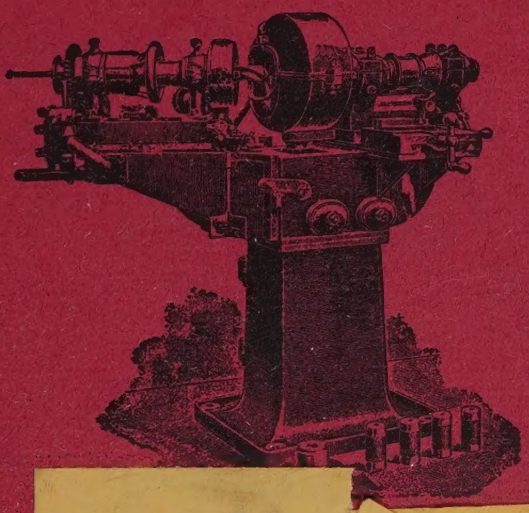
Nb
2168

Інж.-техн. А. СПАХ

СТРУМЕНТАРСТВО

З 285 РИСУНКАМИ В ТЕКСТІ



RS 422

ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНИ

Інж.-техн. А. СПАХ

30.101.

621.9

СТРУМЕНТАРСТВО

КОРОТКИЙ КУРС, ЧИТАНИЙ У ШКОЛІ
МАЙСТРІВ ПРИ ЗАВОДІ „ДЕЗ“

З 285 РИСУНКАМИ В ТЕКСТІ

ПЕРЕКЛАВ З РОСІЙСЬКОЇ МОВИ П. КАЛЮЖНИЙ

Державний Науково-Методологічний Комітет Наркомосвіти
УСРР по секції професійної освіти дозволив до вжитку
як підручник в індустріяльних вузах

Головна Бібліотека

ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНИ
1929

Бібліографічний опис та шифри для бібліотечних каталогів на цю книгу вміщені в „Літописі Укр. Друку“ та „Картковому Репертуарі“ Української Книжкової Палати

Перша Друкарня Державного Видавництва України імени Г. І. Петровського
Харків
ДВУ

Укрголовліт № 1324. 5/VI 1028. Зам. № 1569. Тираж 3000

ПЕРЕДМОВА ДО ПЕРШОГО ВИДАННЯ

Був час, який і не вельми давно минув, коли виготовлення струменту було цілком прибране до рук ремесників, і вміння виготовляти струмент передавалося з роду в рід, від майстра до учня звичайним навчанням.

За такої постанови струментарства, звичайно, не могло бути й мови про вдосконалення його, раціоналізацію струменту та як правильно вживати його.

Гартування вважалося за таємницю, і досвідчений гартівник ховався із своєю роботою, старанно бережучи свої таємничі маніпуляції, порошки та мазі від допитливих поглядів наукового дослідження.

Таке становище могло бути тільки за кустарної промисловости та по дрібних підприємствах.

З розвитком промисловости та з концентрацією її у великі виробничі одиниці починається точний облік та вивчання всіх елементів виробництва, в тому числі й струменту.

Питання про струмент виходить із вузьких рямців ремесства та ставиться на широкий шлях наукового дослідження.

Одночасно з цим виготовлення струменту переноситься з окремих струментових майстерень на спеціяльні струментові заводи та становить особливий предмет продукції.

Струментовим майстерням залишається виготовлення ненормального струменту, що не має збуту на ринку.

Сучасне виробництво потребує від кожного техника та майстра свідомого ставлення до добору того або иншого струменту, вміння раціонально його використати та взяти від нього максимум того, що цей струмент може дати.

Струментарство, як окремий предмет вивчання, ще порівняно нове, в ньому ще багато непочатих куточків для допитливого розуму та ініціятиви.

Такі струменти, як, наприклад, мутрорізи, платівки, розвертки, фрези, ждуть ще розробки, систематизації та нормалізації.

Важко собі уявити, скільки непотрібного струменту вживається або марнується по наших заводах тільки через те, що цей струмент виготовляє кожний так, як йому здасться краще.

У Німеччині нещодавно засновано „Комітет для нормування в німецькому машинобудівництві", що намагається визначити норми й типи струменту, обов'язкові для всієї німецької промисловости.

Нашій союзній державній промисловості доводиться особливо поміркувати над цим питанням, бо ми ще не такі багаті, щоб дозволили собі такі розкоші, як непродуктивну, безсистемну розтрату наших невеличких запасів струменту та стали.

На жаль, у нас досі ще не досить усвідомили того величезного значіння для життя заводу, що його має струментова майстерня, гадавши за старою звичкою, що струмент — це другорядна річ і що з ним як-небудь та обійдуться.

Проте правильна постанова струментарства на заводі, повна та детальна розробка струментового сортименту, достатній запас та полагодження струменту, належне його переховування в правильно збудованих струментових коморах, своєчасна приставка струменту до місця робіт — усе це такі питання, що без належного розвязання їх неможливо раціонально налагодити сучасне виробництво.

Розмір та характер цієї книги не дозволили порушити та висвітлити в ній сучасну постанову струментарства на заводі.

Переслідуючи суто навчальну мету, цей підручник призначено для всіх тих, хто, не маючи належного підготування, бажає зазнайомитися з сучасними типами струменту, їхньою конструкцією та способами обробки.

Стисліть викладу довела до того, що в книзі подано тільки найхарактеристичніші дані, але скрізь, де тільки була змога, вміщено таблиці, що могли б придатися тому, хто вивчає, в його майбутньому практичному житті, як довідковий матеріял.

Особливу увагу звернено на систематику предмету та, по змозі, на класифікацію та номенклатуру струменту, бо не тільки з-поміж робітників, але й з-поміж техників постерігається що до цього досить велика плутанина.

Цей курс автор викладав у школі майстрів при заводі „Електросила № 1“ (кол. ВЕК), де переважний контингент слухачів становили робітники, що здебільша не обізнані були не тільки на струментах, але не мали потрібних знань із технології, хемії та математики.

Через це довелося перший розділ присвятити металургії стали та початкам хемії, а в дальшому бути дуже обережним підчас розробки та виведення формул.

Цей досвід утворити спеціяльний курс струментарства для робітників, поки-що будучи першим, звичайно, повинен мати деякі хиби, і автор буде дуже вдячний усім, хто не відмовиться поділитися своїми вказівками на ті або інші дефекти або прогріхи в цій книзі.

ПЕРЕДМОВА ДО ДРУГОГО ВИДАННЯ

Минуло три роки з дня випуску в світ першого видання цієї книги, але загалом стан струментарства в нас недалеко пішов уперед за цей час.

Питання нормалізації та стандартизації струменту вже поставлені за цей час на порядок денний, але зате надзвичайно повільно посувається будування спеціяльних струментових заводів та, насамперед, заводів до виготовлення спеціяльних сортів сталі. Нема потреби підкреслювати того виключного значіння, що мають ці заводи, нарівні з верстато-будівельними заводами, в справі індустріялізації нашої країни.

З другого боку, питання нормалізації та стандартизації струменту зможуть бути остаточно розвязані тільки тоді, коли в нас буде достатній досвід, здобутий на великих струментових заводах, бо все наше сучасне виробництво струменту, що має півкустарний характер, не зможе бути ґрунтом для відповідних робіт і розвідок.

Друге видання „Струментарства“, поширене додатком відомостей про стеліт в 1-му розділі, про нормалізацію різьби в 10-му розділі та новим розділом про пристосування до закріплення (13-й розділ), в решті залишилось без змін. У розділі про допусти ми до попереднього змісту додали тільки вказівки на найновішу літературу з цього питання, вважаючи, що для початкового загального зазнайомлення цілком досить відомостей, уміщених у цьому розділі. Великою

полегкістю для читачів має бути вміщення малюнків та рисунків не в окремому альбомі, як це зроблено в першому виданні, а в самій книзі серед тексту.

ЛІТЕРАТУРА

Ф. Тейлор. Искусство резать металлы.

В. Гиплер. Токарное дело.

А. П. Гавриленко. Механическая технология.

В. С. Кнаббе. Механическая технология металлов.

Е. Симон. Инструменты для обработки металлов резанием.

Р. В. Поляков. Работа напильников и их испытание.

Е. Герберт. Исследование полезного действия напильников.

Д-р инж. Шлезингер. Винтовая нарезка.

Инж.-мех. Д. Г. Гузевич. Метчик.

Инж.-мех. Д. Г. Гузевич. Построение резьбового профиля треугольных нарезок.

К. Граменец. Пригонка и допуска.

Шейбе и Тулошинский. Современные рабочие приспособления.

Инж. С. С. Четвериков. Производство и пересечка напильников.

Инж. Г. Г. Трахтенберг. Тепловая обработка инструментов.

Г. З. Несельштраус. Основы тепловой обработки стали.

Труды общества германских инженеров-производственников.

Обработка металлов без снятия стружки.

„Вестник стандартизации".

J. V. Woodworth. Die Herstellung von Werkzeugen.

F. Reiseg. Das Härten des Stahles in Theorie und Praxis.

F. Kresta. Die Vorkalkulation.

РОЗДІЛ ПЕРШИЙ

§ 1. Найуживаніший метал для виготовлення струменту є сталь, рідше для цього йде залізо, і тільки подеколи вживають олива та міди. Чавуну, як крихкий матеріял, безпосередньо для виготовлення струменту не вживають, а иноді входить він як складовина, наприклад, у ковадлах, для зниження вартости струменту.

У чистому своєму вигляді залізо не вживається для виготовлення струменту, а той метал, що продається під назвою заліза, насправді є стоп чистого заліза з деякими иншими тілами.

Одні з цих тіл корисні, наприклад, вуглець, крем (браштан), манган, нікель, хром, вольфрам та ванадій, а инші шкідливо впливають на механічні якості заліза, — від них воно погано спогрівається та стає крихке й ламке, наприклад — сірка, фосфор та арсеник.

Залізо добувається з залізних руд, але не прямо, а раніш руду переробляють на чавун, що являє собою насичене вуглецем залізо.

Вуглець подибується в природі у вигляді діяманту, графіту та вугілля.

Підчас горіння вугілля виділяється газ, що зветься *окис вуглецю*; він є не що инше, як сполучення вуглецю з киснем повітря та знаний під назвою „чадного газу".

Взагалі, як тіло сполучається з киснем, утворюється *окис*, а самий процес зветься *окисненням*.

Окиснення може відбуватися енергійно, і тоді воно зветься *горінням*; а може відбуватися помалу, і тоді воно зветься *тлінням* або *іржавленням*.

Своєю будовою тіла складаються з найдрібніших, неділимих часточок, що звуться *атомами*.

Підчас окиснення атоми тіла, що окиснюються, можуть сполучатися з атомами кисню в різних пропорціях. Так, наприклад, сполучення одного атома вуглецю з одним атомом кисню утворює окис вуглецю; а сполучення одного атома вуглецю з двома атомами кисню дає вуглекислоту (важкий безкольоровий газ).

Процес окиснення, як і всякий хемічний процес, зветься *хемічною реакцією*.

Коли палять у печі, то в ній відбувається хемічна реакція: за достатнього доступу повітря та, значить, великої кількости кисню, утворюється вуглекислота, а за малого доступу повітря та недостачі кисню утворюється окис вуглецю (чадний газ).

Вуглець, кисень та залізо належать до тіл простих, цеб-то до таких тіл, що хемічно їх не можна розкласти на два або більше тіла.

Такі прості тіла звуться *елементами* та означуються, для розпізнавання, одною або двома літерами їхньої латинської назви.

Так, наприклад, вуглець означують літерою *C*, кисень — *O*, а залізо — *Fe*.

Підчас хемічних сполучень прості тіла утворюють нові *складні* тіла, при чому в означення складних тіл входять означення простих тіл, що їх складають.

Так, наприклад, складне тіло окис вуглецю означується — *CO*, вуглекислота — CO_2, руда (червоний залізняк) — Fe_2O_3.

Цифри, що стоять збоку внизу, означають число атомів цього елементу, яке входить до складу складного тіла, при чому, коли до сполуки входить один атом, то цифри не ставляться, маючи на думці одиницю.

Складні тіла можуть бути зворотно розкладені на елементи, що їх складають, і така хемічна реакція зветься *реакцією розкладу*.

До складу залізних руд, крім кисневих сполук заліза (окисів заліза), входять ще сірка, фосфор, пісок, глина, а иноді манган.

За найкращі руди вважають *залізний шпат*, найпоширеніший в Англії, та *залізний блиск*, що його дуже багато в нас в СРСР на Дніпропетровщині, біля Кривого Рогу.

Крім цих руд, є ще так звані *залізняки: бурий, червоний* та *магнетовий*, що поширені у нас в СРСР, при чому найбідніший з них бурий залізняк.

§ 2. Руду переробляють на чавун у доменних печах, або домнах (гутах), на металургійних заводах.

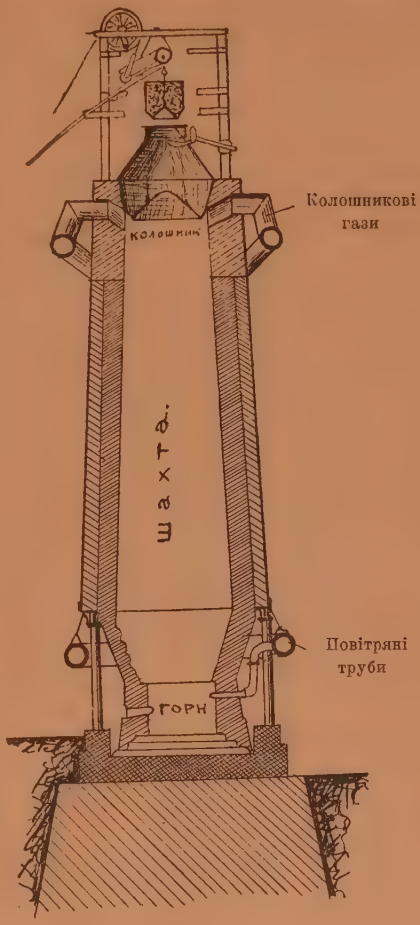
Домна (фіг. 1 та 2) має вигляд широкого та високого димаря конічного перекрою, з стінками з вогнетривалої цегли.

Через горішню частину його, що зветься *рушто*ю, засипається паливо вперемішку з подрібненою рудою.

Спідня частина домни зветься *горном* і має отвір для випускання розтопленого чавуну, що збирається на дні горна, а також отвори (диси), що ними підводять повітря для вдування в домну.

Суть доменного процесу — переробка руди на чавун — така.

Вугілля, що горить у спідній частині домни, сполучується з киснем повітря, що його вдувають, перетворюється на вуглекислоту; вуглекислота, підносячись вище, зустрічає нові шари розпеченого вугілля та віддає їм один атом кисню, розкладаючися на окис вуглецю.



Фіг. 1

Окиси заліза, що є в рудах, стикаючись з окисом вуглецю, віддають йому свій кисень, перетворюючи його на вуглекислоту, а самі, поволі втрачаючи кисень, перетворюються на залізо.

Такий процес зветься *процесом відновлення* або *розкиснення* заліза з руди. Проте, з домни виходить не залізо, а чавун, цеб-то залізо, насичене вуглецем.

Діється це тому, що, разом з процесом розкиснення заліза, розкиснене залізо одночасно насичується вуглецем,

який звільнюється з окису вуглецю. Реакція, яка при цьому відбувається, така: з двох атомів окису вуглецю утворюється один атом вуглекислоти та один атом вільного вуглецю (що його й поглинає залізо). Формула цієї реакції така: $2CO = CO_2 + C$.

Розтоплений чавун збирається насподі горна і відтіля часами випускається осібним отвором.

Вуглецю в чавуні буває від 2,3% до 5%.

Чавуну вживають найбільш у ливарстві для різного роду виливів.

§ 3. Чавун перетворюється на залізо в спеціяльних ре-

а) домна
б) пригрівник повітря
в) машинова будівля та повітряподавальник
г) яма на вугілля
д) очистник колошникових газів

Фіг. 2

тортах — конверторах (фіг. 3), що мають форму груші, а самий спосіб зветься *бесемерівським* способом, від імени винахідця його.

Суть цього процесу така: в розтоплену масу чавуну, яка міститься в реторті, сильним тиском вводиться повітря, що його кисень під впливом високої температури сполучається з вуглецем чавуну та утворює окис вуглецю, який вільно виходить з реторти.

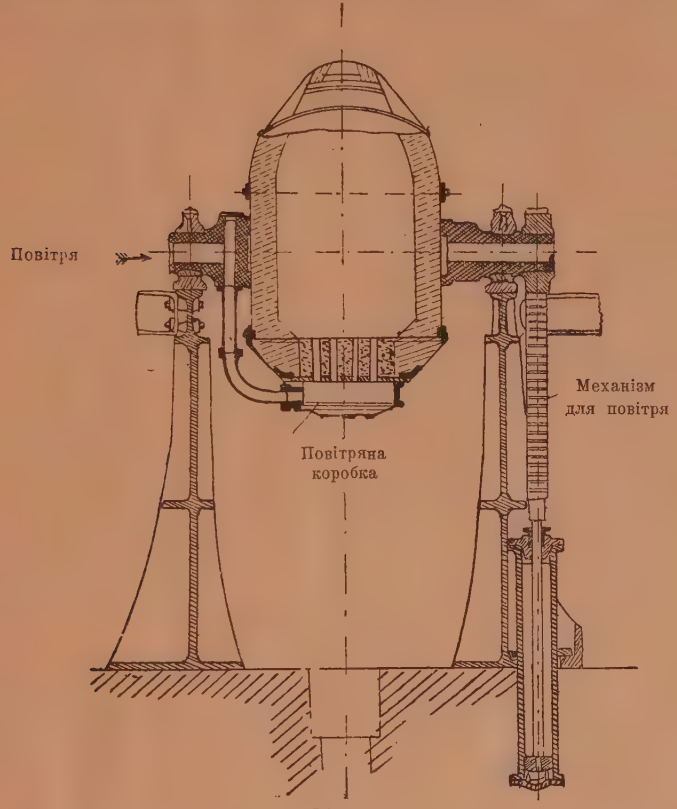
Окис вуглецю, що виходить, при цьому сполучається з киснем повітря, згоряє, утворюючи яскраве полум'я. Підчас хемічних процесів, що відбуваються в розтопленому металі, виділяється стільки тепла, що температура його дуже підноситься без витрати палива на підігрівання печи.

Верхня частина печи, що через неї вливається та виливається розтоплений метал, має форму відкритої лійки,

а спідня частина печи має камеру, що через неї під сильним тиском вдувається повітря.

Сама піч вільно повішена та може гойдатися на поземій осі, приймаючи всякий нахил.

У робочому стані піч висить простовисно; як з печи виливають готову сталь, то її відповідно нахиляють.



Фіг. 3

Сама піч, як уже сказано, має вигляд груші, зі спідньою поширеною частиною, а верхньою, що має вигляд лійки, відкритою.

Конвертор з обох боків має по чопові (короткі осі), що на них він може повертатися за допомогою трибової передачі.

Один із чопів робиться порожнявий і рукою з'єднується з повітряною камерою на дні конвертора.

Стисле повітря проводиться через цей чіп та рурку в камеру, а відтіля великим числом вузьких отворів проходить у товщу розтопленого металу, що заповнює конвертор.

Через те, що не можна влучити моменту, коли встигла згоріти та або инша частина вуглецю, то чавунові дають змогу виділити ввесь вуглець, а потім до готового заліза додають (присаджують) вуглецю — скільки треба. Для цього вживають дзеркальний чавун, цеб-то чавун, що має дуже багато вуглецю. А що дзеркальний чавун у своєму складі має манган, який дуже поглинає кисень, то, крім додавання вуглецю, дзеркальний чавун також очищує сталь від кисню, що вона його поглинула.

При цьому виходить так звана бесемерівська сталь. А коли процес ведеться для одержання заліза, то такого присаджування дзеркального чавуна не роблять, а додають феромангану (сполука заліза з манганом) з дуже великою кількістю мангану та малою кількістю вуглецю.

Крім бесемерівського способу перетворення чавуну на залізо або сталь, є ще другий — *мартенівський*, що зветься так від імени його винахідця Мартена. Спосіб цей є в тому, що на черіні спогрівної печи розтоплюється чавун і вже до розтопленого чавуну додається ту або иншу кількість залізних обрізків, щоб мати залізо з бажаною кількістю вуглецю.

§ 4. Таким чином, і сталь, і залізо являють собою той самий продукт і відзначаються один від одного тільки різною кількістю вуглецю, що мають у собі.

Через те що сталлю називають таке залізо, яке може загартовуватися, і через те що залізо, яке має в собі 0,2% вуглецю, вже може загартовуватися, хоча й слабко, то ця грань і буде тою, що, починаючи з неї та й вище (до 1,5% кількости вуглецю), залізо зватиметься сталлю. Виходить, що в залізі є до 0,2%, а в сталі — 0,2% — 1,5% вуглецю.

Тимчасом як залізо добре кується та дуже погано або навіть зовсім не загартовується, сталь, навпаки, добре гартується та погано або навіть зовсім не кується (понад 1,5% С).

Твердість звичайної вуглецевої стали залежить від кількости вуглецю, що є в ній: що більш вуглецю, то сталь твердіша.

Залежно від того, для якої мети призначається сталь, коливається й кількість вуглецю в ній. Наприклад, сталь для машинових частин, поковок, цвяхів береться з кількістю вуглецю до 0,3%; починаючи з цієї грани та до 0,6% кількости вуглецю сталь іде звичайно на струмент, що не потребує значної твердости, та на різні будівельні потреби

(залізничне приладдя, машинові частини, бандажі, твердий дріт то-що); починаючи з кількости вуглецю в 0,6% та до 1,5%, іде так звана струментова сталь, з якої виготовляють усілякий струмент, що до твердости та різальної здібности якого ставляться вище вимоги.

§ 5. Сорти сталі різняться двома ознаками: 1) способом виготовлення та 2) призначенням.

Способом виготовлення сталь поділяється на бесемерівську, мартенівську, бритвалеву та електросталь.

Спосіб одержання перших двох сортів сталі ми вже розглянули. Щоб мати бритвалеву сталь, перетоплюють у бритвалях чисте залізо з відповідними домішками, і виходить сталь дуже чиста та хорошої якости.

За цього способу розтоплений метал добре захищено від дії кисню повітря, що окиснює, та від шкідливої дії горючих газів; а змога робити мішанини певних пропорцій приводить до того, що сталь виходить якраз такої якости, яку треба мати.

Такі ж якості має й електросталь, що її одержують, нагріваючи залізо електричним током у спеціяльних печах. У цих печах, так само як і в бритвалях, розтоплений метал дуже добре захищено від шкідливого впливу кисню повітря та горючих газів, а потрібні домішки можна вкинути в піч у бажаних пропорціях.

Через те що електричні печі для добування сталі набувають де-далі більшого поширення та намагаються витиснути звичайну бритвалеву сталь, особливо в царині виготовлення високосортових сталей, розгляньмо головні типи таких печей та їхню будову.

Електричні печі для виготовлення електростали поділяються на три основні типи, залежно від способу нагрівання сталі в печах електричним током.

Перший тип становлять печі з вугільними електродами, що їх опускають у розтоплену масу металу. Тепло, що потрібне для чинности цих печей, набувається коштом електричного току, що проходить через товщу розтопленого металу.

Другий тип печей має вугільні електроди, що їх містять над розтопленою масою металу. Тепло, що потрібне для чинности цих печей, набувається від променів сильної вольтової дуги, яка утворюється між вугільними електродами.

Третій тип становлять печі індукційні; їхня чинність заснована на тому, що піч обертають на трансформатор, де є перші шпулі, в які проходить ток високого напруження, а замість другої шпулі для низького напруження є каблучковий жолобок, що повен розтопленого металу.

Під чинністю тока, що проходить через обмотку перших шпуль, у металі, який наповнює жолобок, виникає індуктивний ток великої сили та малого напруження.

Цей ток, проходячи через масу металу, зберігає в ньому належну температуру. Крім цих трьох основних типів, є ще печі мішаного типу, що в них метал нагрівається почасти безпосереднім током, який проходить через його товщу, почасти ж током індукційним.

До печей першого типу належить *піч Геру* (*Héroult*), показана на фіг. 6 у двох розрізах — поперечному та подовжному.

Два вугільні електроди (*E*) квадратового перекрою, пройшовши через обмуровку перекривання печи, проходять у товщу розтопленого шлаку, що міститься на поверхні розтопленого металу. За допомогою трибового колеса та рейки (*R*) електроди поволі опускають, в міру їхнього згоряння. Через отвір, що є в здовженій носовій частині печи (*M*), відбувається завантаження та розвантаження печи. Отвір цей закривається підіймальною заслінкою (*N*).

Процес, що відбувається в печі, подібний до того, що відбувається в мартенівських печах.

У печах Геру, які ми розглянули, на 1000 кг виготовленої сталі витрачається до 300 кв годин електричної енергії, коли піч робить на розтопленому металі, та до 1200 кв. годин, коли робить на холодному металі.

До печей другого типу належить *ротаційна піч Стасано*, що її загальний зовнішній вигляд показано на фіг. 7, а розрізи по височині та в поперечному напрямку — на фіг. 8 та 9.

У цій печі три похилих електроди (*a*) сходяться під кутом над поверхнею розтопленої сталі та в міру згоряння всуваються в піч.

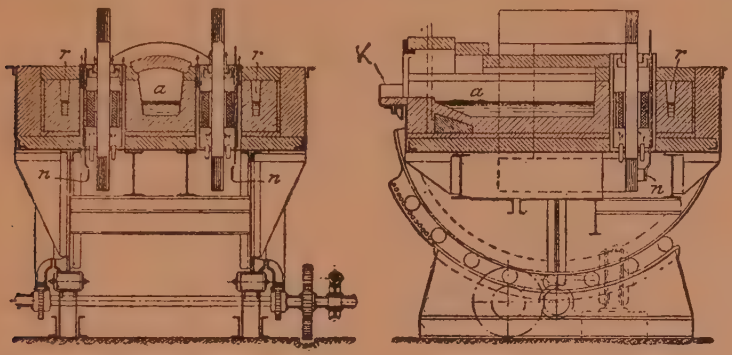
Завдяки могутнім вольтовим дугам, у печах Стасано температура вища, ніж у печах Геру.

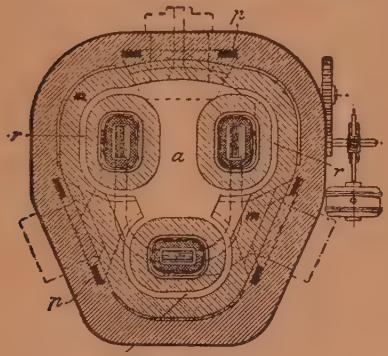
За допомогою трибового приводу (*m*) печі надають повільного повертання, що разом з трохи похилим станом її, є для розмішування маси, яку завантажено в піч.

До печей третього типу належить *індукційна піч Кіеліна*, показана на фіг. 5.

Каблучковий жолобок (*а — а*) прикритий зверху покришками (*в*). Жолобок обхвачує стрижень (*с — с*), зроблений з тонких складених докупи аркушів заліза.

Один з боків цього стрижня проходить через індукційну шпулю (*d*), що одержує ток із мережі.





Фіг. 4

Напруження в цій шпулі досягає до 3000 вольт перемінного току.

Процес добування стали в цій печі відбувається так.

Спочатку піч завантажують розтопленим металом та до нього додають скільки треба чавуну та залізних обрізків. Коли вся завантажена маса розтопиться, до неї додають домішки, наприклад, феромангану (сполуки заліза з манганом) та продовжують ще деякий час нагрівати, після чого сталь готова та може бути випущена з печи через лійку (*М*).

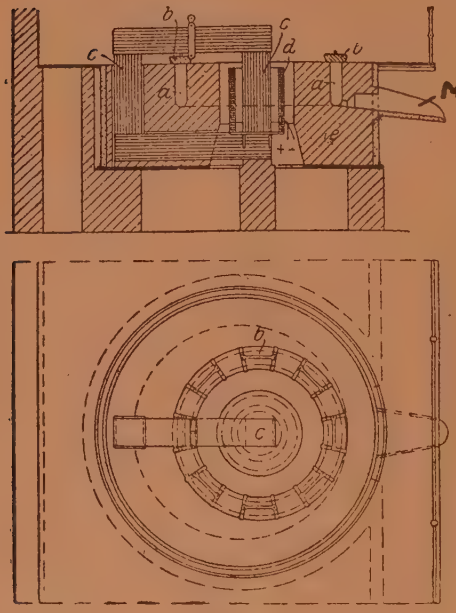
У найновіших конструкціях печей цього типу витрата енергії для добування стали з холодного металу становить коло 900 кв годин на 1000 кг готового продукту.

Розглядом збудування печи мішаного типу ми закінчимо ознайомлення з електрометалургією стали.

До цього типу печей належить піч Рехлінг-Роденгаузера, що її показано на фіг 4.

Перші шпулі трансформатора оточено вогнетривалими стінками, що охороняють їх од впливу високої температури розтопленого металу, який міститься в робочій камері (*a*). Крім того, ці шпулі охолоджуються холодним повітрям, що йде зі споду догори, в проміжкові, який залишається між ними та стінками.

Другу шпулю печи становить канал (*r* — *r*). Над кожною першою шпулею на тому ж залізному стрижневі містяться другі шпулі низького напруження; з них ток іде до електродів (*p*), що їх вроблено в обмуровку печи, та проходить через вогнетривалу кладку печи, яка стає під впливом високої температури електропровідником.



Фіг. 5

Готовий продукт випускається через вікно (*K*) нахиляннам печи, для чого є спеціяльний пристрій, зроблений з комбінації трибових коліс та шнекової передачі; цьому пристроєві рух надає окремий електромотор.

Піч користується з трифазового току, що його витрачається на 1000 кг готового продукту від 200 — 300 кв годин, як користуються з рідкої бесемерівської або мартенівської сталі.

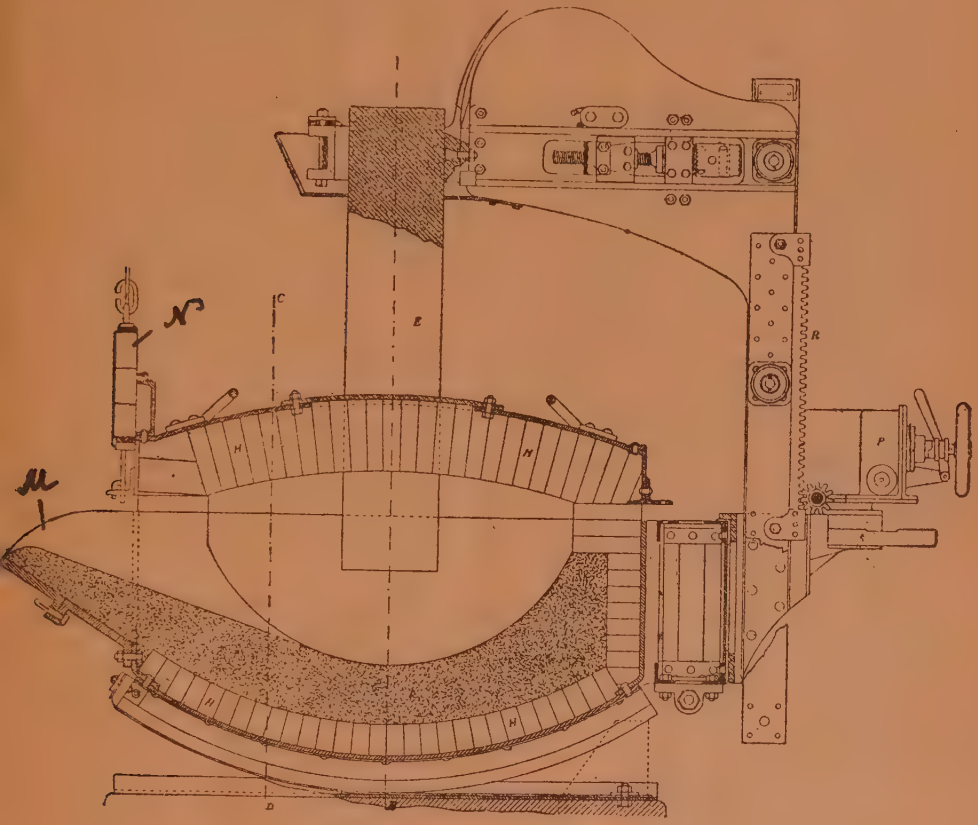
Щоб піч пустити в хід, її перш за все розігрівають, для чого робочу камеру наповняють рідким чавуном.

Коли піч нагріється до належної міри, її завантажують рідкою бесемерівською або мартенівською сталлю та додають до неї потрібних домішок. Завдяки чинності трифазового току, що проходить через три перші шпулі трансформатора, утворюється повертальне поле, таке саме, як буває в трифазовому асинхроновому моторі. Ролю мотора при цьому відограє розтоплена маса стали, що міститься в робочій просторони, яка від цього ввесь час перебуває в постійному повертальному рухові.

Завдяки цьому в печах цього типу немає потреби робити спеціяльне пристосування для розмішування стали.

У печах Рехлінга сталь виходить дуже однорідна й дуже високої якости.

§ 6. Що до призначення сталь можна поділити на осьову, машино-виробничу та струментову.



Фіг. 6

Ріжниця цих сортів стали цілком залежить від неоднакових відсотків вуглецю, що є в ній.

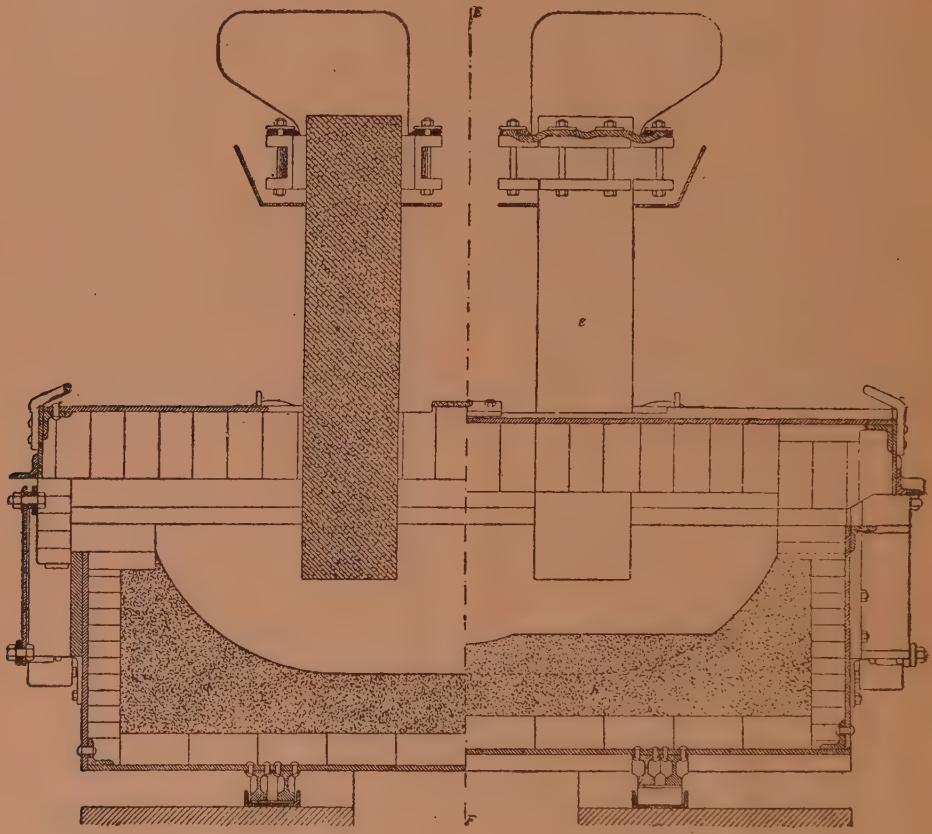
Що менш відсотків вуглецю є в сталі, то вона м'якша та чіпкіша; що більш — то твердіша та крихкіша.

У тих випадках, де робота стали звязана з ударами та струсами, вибирають сталь з меншим відсотком вуглецю, це відповідає осьовій, машиновій та сталі для виробів; а там, де робота відбувається спокійно, без ударів, та де потрібна

тільки твердість (напр., у різальному струменті), вживається сталь з більшим відсотком вуглецю.

Домішки, що можуть бути в сталі, поділяються на природні та штучні.

З природних домішок особливо шкідливе значіння для якости стали мають *кисень*, *сірка* та *фосфор*.



Фіг. 6а

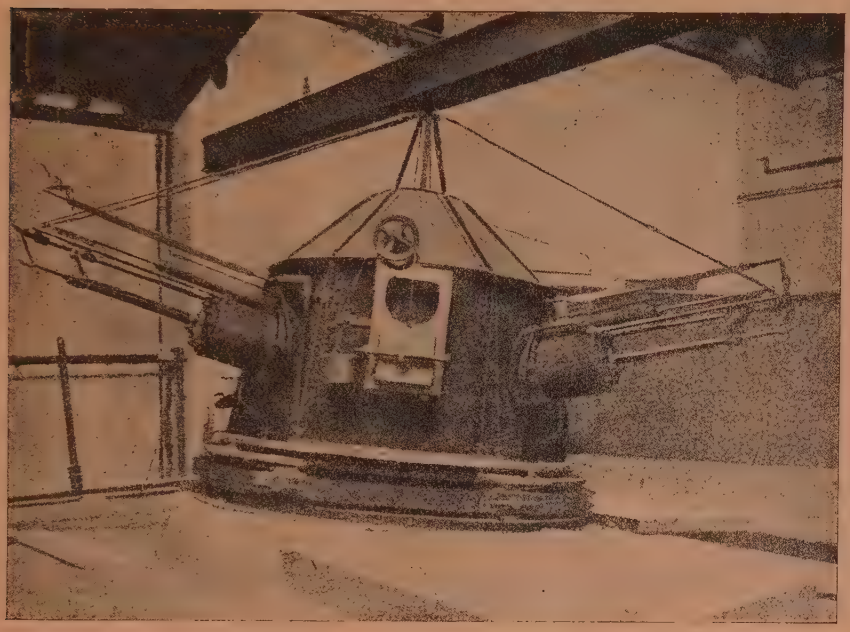
Кисень зменшує ковкість та здібність спогріватися; сірка впливає так само, як і кисень, та ще, крім того, робить сталь ламкою, а фосфор надає сталі крихкости.

Із *штучних домішок*, що їх додають до стали, щоб надати їй певних якостей, особливу, вже відому, ролю відграє *вуглець*; *хром* надає сталі дебелість, *манган* збільшує гартуємість стали, *нікель* робить сталь чіпкішою та тягучішою, *хром* і *вольфрам* збільшують різальну здібність стали і, врешті, *ванадій* очищає сталь од поглинутого кисню.

§ 7. Струментову сталь можна поділити на два головні сорти: на *струментову вуглецеву сталь* та на *швидкорізальну сталь.*

Головну домішку в першій сталі становить: вуглець (від 0,6 до 1,5%), у другій — хром (до 5%), вольфрам (до 20%), ванадій (до 1%) та вуглець (до 0,8%).

Крім цих двох сортів, є ще манганова сталь, що має в собі, крім вуглецю, ще манган (до 20%), який надає сталі натуральної твердости й міцности.



Фіг. 7

До 1860 року струментова вуглецева сталь була єдина сталь, яку з давніх давен уживалося для різання металів.

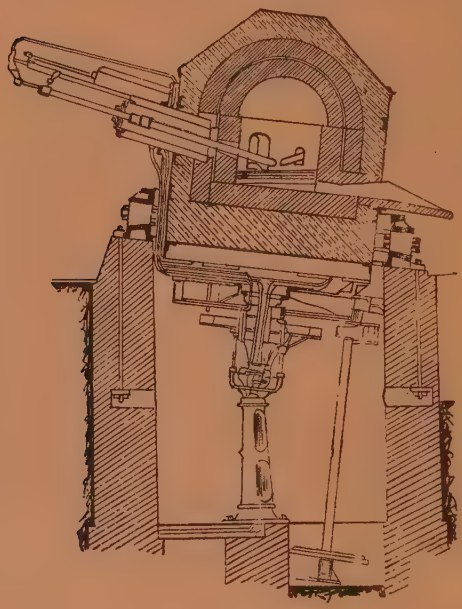
Року 1860 англієць Мешет (Mouschet) винайшов, що 6% вольфраму, додані до вуглецево-манганової стали, надають цій сталі особливої властивости, а саме: різак, зроблений з цієї стали, нагрітий до 800°, а потім охолоджений у повітрі, набуває такої самої твердости, що її має різак з вуглецевої стали, загартований звичайним засобом у воді.

Через це ця сталь, що не потребує спеціяльного гартування, дістала назву *натуральної* або *самогарту.*

При цьому швидкість різання для різака з натуральної стали могла бути майже вдвоє побільшена порівняно до швидкости різання різака із звичайної струментової стали.

Далі до самогартної стали замість мангану почали додавати хрому.

Роблячи всякі досвіди з цією сталлю, американець Тайлор (Taylor) приблизно наприкінці дев'яностих років минулого віку винайшов, що в спеціяльний спосіб загартована хромо-вольфрамова сталь набуває видатної різальної здібности із швидкістю різання, що доходить до восьмиразової швидкости різання звичайної струментової стали.



Фіг. 8

Через таку властивість ця сталь набула назву *швидкорізальної* стали.

Швидкорізальну сталь легко відрізнити — в неї перелім дрібнозернястий та має матовооксамитовий вигляд.

§ 8. Для визначення сорту стали є два способи — хемічний та металографічний.

Першим — хемічним — способом сталь розкладають на складові елементи та визначають їхню якість та кількість.

За другого способу сталь розглядають через сильний мікроскоп, роблять із стали, яку випробовують, тонко відшліховані платівочки (шліхви) і так визначають її будову (структуру).

Обидва ці способи потребують складних приладів та хемічної лабораторії, а через це їх не завжди можна вжити.

Є ще один спосіб, що дає змогу хоча б грубо розпізнавати сорти стали,— це спосіб визначати по іскрах.

Коли піднести кусок стали, що їй роблять спробу, до карборундового кола, яке швидко повертається, та натиснути його з певною рівномірною силою, з'явиться жмут

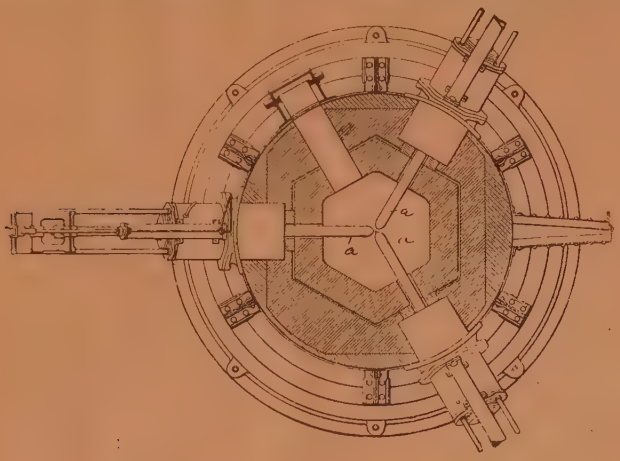
іскор, що їхній колір, число та характер залежать від речовин, які входять до складу певної сталі.

1. *Залізо* з дуже малою кількістю вуглецю дає довгий, нерясний жмут солом'яножовтих ниток, що мають характеристичні потовщення, розкидані вподовж усіх ниток.

2. *Сталь для виробів* дає іскри такого самого характеру, що й залізо, але з зірочками, що де-не-де з'являються.

3. *Сталь струментова вуглецева* дає білі нитки з великим числом зірочок.

Що більш у сталі вуглецю, то жмут ниток ряснішає та коротшає, колір яскравішає, а число зірок збільшується.



Фіг. 9

4. *Манганова сталь* дає жмут блискучих білих ниток з зірками, що в них кожен промінь і собі розгалужується на нові зірки, набуваючи вигляду ялиночки.

5. *Швидкорізальна сталь* дає жмут ниток, зовсім неподібний на жмут, що дають вищеописані сорти сталі. Нитки темночервоні на колір і складаються з пунктирної лінії (окремих рисочок).

Характер іскор для вищезгаданих сортів показано на малюнку (фіг. 10).

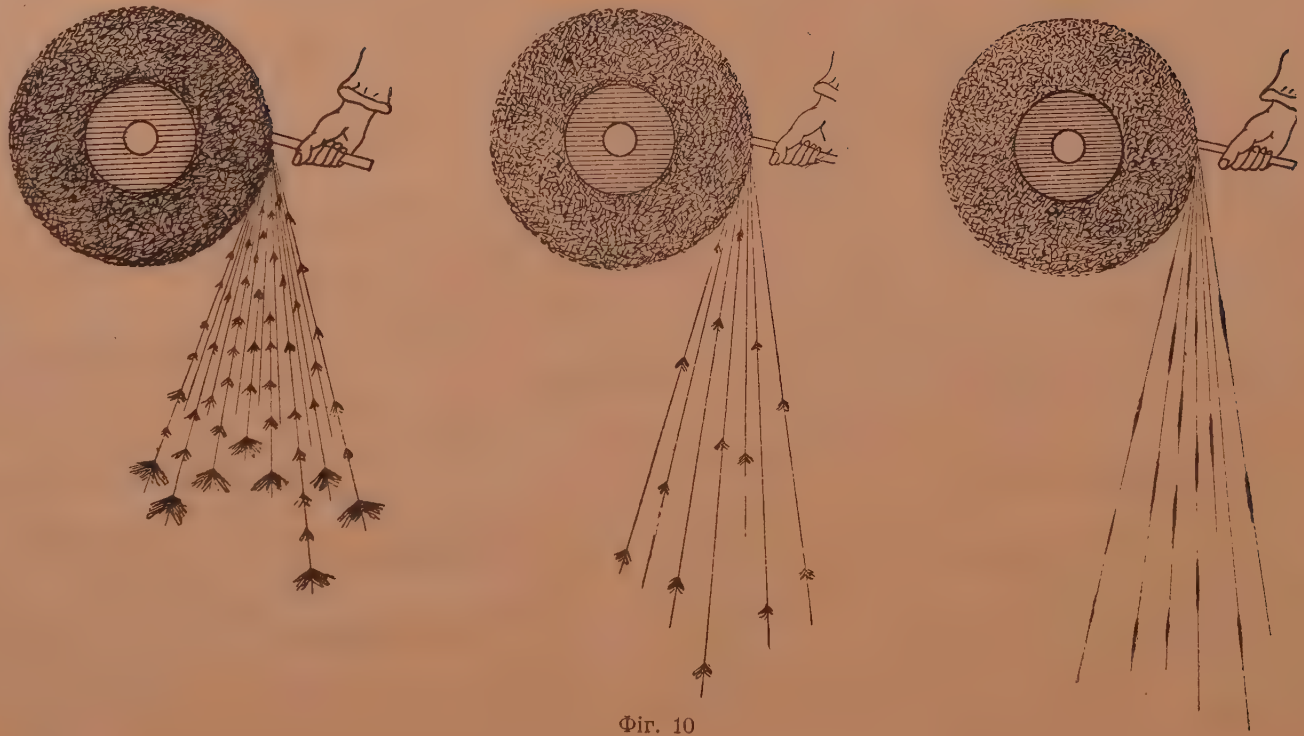
У таблиці 1 зазначено вживання сортів струментової сталі залежно од відсотку вуглецю, що в ній є.

§ 9. На виріб різального струменту, крім струментової та швидкорізальної сталі, чим-раз більш уживають спеціяльних стопів натуральної твердости, що для них не треба термічної обробки та їх не можна клепати.

Сталь з великою місткістю вугілля

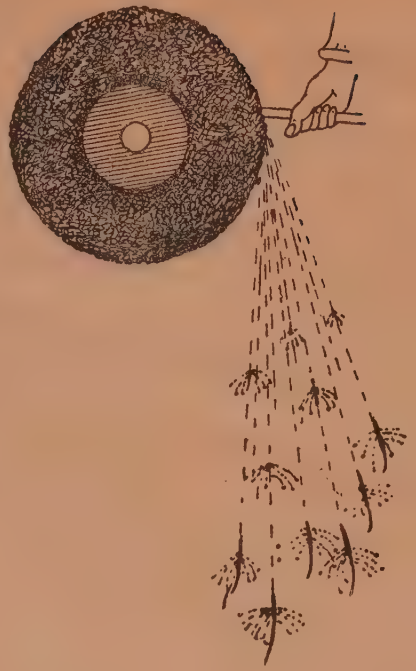
Сталь з малою місткістю вугілля

Залізо

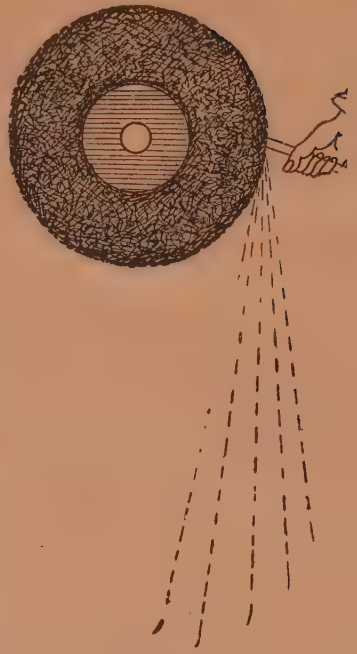


Фіг. 10

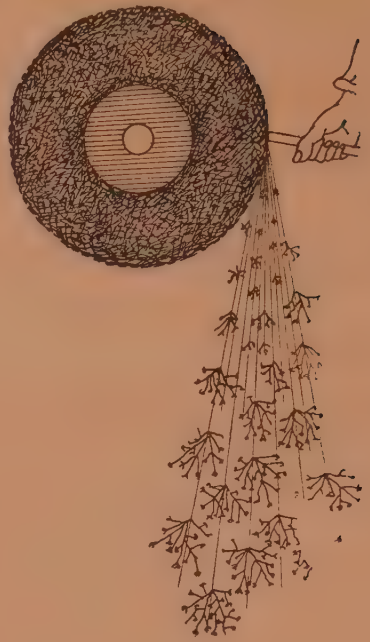
Хромова сталь



Хуткорізальна сталь



Манганова сталь



Фіг. 10

Таблиця 1

% вуглецю	Вживання
0,3 — 0,5	Ковадла, сокири, відкрутки, гладилки, рашпілі.
0,5 — 0,6	Молотки, ковальські пробивачі, терпуги.
0,6 — 0,7	Штампівниці для гарячого металу, зубила.
0,7 — 0,8	Штампи та штампівниці, пробивачі для сталевих аркушів, шрубувальні дошки, конічні розвертки, фрези для м'якого металу, зубила, розвертки.
0,8 — 0,9	Штампи та штампівниці, зубила, платівки, розвертки, кручені свердла, фрези для м'якого металу, модла.
0,9 — 1,0	Платівки, розвертки, свердла, калібри та зашрубки, мутрорізи, каліброві каблучки.
1,0 — 1,1	Платівки, кручені свердла для твердого металу, різаки для м'якого металу, дрібні мутрорізи.
1,1 — 1,2	Платівки, фрези для твердого металу, різаки.
1,2 — 1,5	Малі фрези, різаки для твердого металу та різаки обрисові.

Ці стопи складаються головно з таких елементів (у відсотках):

Кобальту (Co) . . . . . 35 — 55
Хрому (Cr) . . . . . 15 — 35
Вольфраму (W) . . . . . 8 — 17
Вуглецю (C) . . . . . 0,5 — 2
Заліза (Fe) . . . . . 0 — 12
Мангану (Mn) . . . . . 0,2 — 0,75

Маючи загальну назву стелітових стопів від імени вперше винайденого в Америці стопу (стеліт), ці стопи вивчали далі переважно на німецьких заводах, що потім випустили ряд аналогічних стопів під назвою: „Акріт", „Цельзіт", „Цедіт", „Персіт" та „Відія".

Головні властивості стеліта такі: 1) висока натуральна твердість, що він її має без термічної обробки; 2) крихкість; 3) стійкість різальної крайки при високих температурах.

Через те що стеліт неклепкий, різальний струмент робиться тільки виливкою та загостренням на гострильному колові.

Завдяки своїй крихкості стелітові стопи найчастіш уживаються в вигляді платівок, що їх наспогрівають або налютовують на різак із звичайної вуглецевої сталі.

Вартість стеліту значно перевищує вартість швидкорізальної стали, але через швидкість різання, що в два-три рази перевищує швидкість різання швидкорізальної стали, стеліт економічно себе виправдує та все більш уживається не тільки для виготовлення різаків, але й для виготовлення фрез, головно із вставними зубцями.

Останнім часом німецька фірма *Крупп* випустила на продаж стелітові платівки *Відія*, що їх вживають для налютовування на різак із звичайної вуглецевої стали та допускають підчас роботи на чавуні швидкість різання до 35 — 40 м на хвилину.

Цілковите використовування властивостей стеліта можливе тільки на відповідних варстатах, що пристосовані для великих швидкостей; тому в межах звичайного устаткування наших заводів стеліт може бути використаний головно на чистовій обробці, що й служить причиною повільного поширення його в нас.

РОЗДІЛ ДРУГИЙ

§ 10. Щоб із стали виготувати струмент, треба над нею проробити цілий ряд маніпуляцій.

Перш за все, коли немає під рукою куска стали підхожого розміру, треба від смуги або прутка відрубати або відрізати його. Робота ця, на перший погляд незначна та невідповідальна, на ділі має дуже важливий вплив на якість струменту, що його готують.

Ще до цієї пори держиться засіб, що за нього для пошвидшення роботи смугу підрубують зубилом, а потім ударом молотка відокремлюють кусок бажаної довжини.

Значна частина випадків розтріскування вже готового струменту підчас його гартування має бути віднесена за рахунок цього цілком неприпустимого засобу заготівлі стали, бо за нього утворюються иноді ледве помітні розколини, що цілком виявляються тільки підчас гартування.

Найкращий засіб відділити кусок стали від смуги — це відпиляти його холодною пилкою, а потім уже обрубати зубилом нагріту сталь. Останній спосіб менш бажаний, бо за нього треба зайвий раз нагрівати сталь, і це може погіршити якість струменту, що його з цієї стали виготували.

§ 11. Другою за послідовним рахунком, а иноді й першою операцією підчас виготовлення струменту є *відпалювання*.

Штаби та прутки стали, що продаються, звичайно випускаються в такому вигляді, в якому вони й вийшли з-під вальцового варстату, і тому в багатьох випадках їхня міцність та твердість дуже втруднюють механічну обробку, вимагаючи частої зміни різаків та свердел.

Нагріванням стали до 750—800° (вишнево-ясночервоне розпікання) та дальшим повільним охолодженням (що й становить суть відпалювання) можна вернути сталі її м'якість та чіпкість.

Треба, проте, додержуватися деякої обережности, пильнуючи по змозі охоронити сталь від доступу повітря, що його кисень сильно окиснює, покриваючи сталь залізиною.

Як тільки вся маса стали, що її підігрівають, набула потрібної температури, нагрівання стали слід одразу ж припинити, бо, досягнувши вищої температури, сталь може перегоріти та втратити частину свого вуглецю.

У звичайних умовах, коли немає спеціяльної відпалювальної або муфельної печи, відпалювання струментової стали можна провадити на звичайному горні, додержуючись загального правила, що його встановлено для нагрівання струментової стали, а саме: а) попереднє нагрівання холодної стали; б) поступовне й повільне робоче нагрівання; в) яко мога рівномірне нагрівання всієї маси стали; г) захист нагрітої стали від доступу повітря.

Попереднє нагрівання стали є одна з найголовніших умов мати добрий результат, бо майже неминучим наслідком засування холодної стали в розпечене вугілля буде її розтріскування.

Звичайно кусок стали, призначений до нагрівання, кладуть на горні з боку біля огнища, де він поступовно й підігрівається, чекаючи своєї черги.

Підігрітий у такий спосіб кусок стали кладуть поверх купи вугілля й надають руху міхам або вентиляторові. В міру нагрівання стали її поступовно засувають що-раз глибше в шар розпеченого вугілля, повільно та поступовно підносячи, таким чином, температуру нагрівання.

В міру піднесення нагрівання стали, її повертають, поступовно підставляючи дії найсильнішого жару всі боки куска, що його нагрівають.

Цим досягається рівномірне нагрівання куска стали в усіх його частинах.

Всі три перші вимоги мають на меті охоронити сталь від з'явлення шкідливих внутрішніх напружень, що можуть повести до руйнування куска стали, що його нагрівають.

Четверта вимога — захист від впливу повітря, що окиснює,— досягається в горні тим, що кусок стали старанно прикривають вугіллям; але при цьому не слід засувати сталь так глибоко, щоб до неї міг дійти кисень повітря, що його вдувають через сопло, та й сам холодний подув може вплинути на сталь, і вона пожолобиться та розтріскається.

Щоб правильно провадити відпалювання та мати найкращі результати, його слід провадити в спеціяльних одпалювальних печах.

Такі печі мають масивну кладку, що може довгий час загримувати назбиране тепло та повільно його віддавати.

Сталь, призначену для відпалювання, кладуть у залізні скриньки, замазують їх глиною та ставлять у робочу просторінь печи.

Палять печі повільно та поступовно, протягом кількох годин, підносячи температуру до потрібної височини; потім піч герметично закривають та залишають вільно охолоджуватись, на що йде від двох до трьох день.

Відпалювання можна провадити також і в муфельних печах, при чому через нерівномірність нагрівання муфля в різних його частинах, палити слід дуже обережно, повільно та поступовно підносячи температуру, щоб сталь могла однорідно нагрітися в усій своїй масі.

Недодержання вищезазначеного правила нагрівання струментової стали та відрубування стали в холодному стані здебільшого буває причиною розколин, як про це вже згадувалося вище.

До цих причин слід ще додати недбайливе ставлення до основних правил роботи в кузні, що за нього дуже часто півохолонувшу сталь продовжують доковувати і тим поневільно руйнують.

Значить, усього можна налічити шість причин з'явлення розколин у сталі: 1) обрубування в холодному стані; 2) нагрівання холодної, непідігрітої стали на сильному вогні; 3) дуже швидке нагрівання, не додержуючись вимоги поступовности; 4) нерівномірне нагрівання стали; 5) уміщення куска стали, що його нагрівають, дуже близько до звою повітря, який вдувають у горно; 6) кування стали в холодному або не досить нагрітому стані.

§ 12. Печі, що їх вживають для теплової обробки струментової стали, можна поділити на три головні типи, залежно від роду палива, а саме: 1) печі з твердим мінеральним паливом; 2) печі з рідким мінеральним паливом; 3) печі, що їх опалюють світильним газом.

Печі першого типу опалюється звичайним чином—полум'яним вугіллям або кокусом.

Печі другого типу опалюється нафтою, що вприскується в розпорошеному стані, змішана в певній пропорції з повітрям, через *розпорошувач*, та дає дуже високу температуру, згоряючи без останку.

До розпорошувача нафта підводиться з спеціяльного резервуару, що в ньому на неї натискає стиснене повітря, яке перебуває у горішній частині резервуару та тисне на поверхню нафти.

Приплив нафти та повітря до розпорошувача регулюється двома вентилями, а сам розпорошувач звичайно складається з двох рурок, що всуваються одна в одну й мають вузьку загострену передню частину, яка зветься *соплом*.

Одною з рурок розпорошувача (звичайно внутрішньою) входить нафта, другою ж руркою входить повітря. Виходячи з силою з сопла, нафта та повітря змішуються та розпорошуються в мішанину, що легко загоряється та горить довгим і жарким полум'ям.

Зменшуючи або збільшуючи приплив нафти та повітря, можна досягти дуже точного регулювання температури робочої просторони печи, що й ставить ці печі на одно з перших місць.

Печі третього типу опалюється світильним газом, що подається через газопровідну рурку в спідню частину печи, яка являє собою приймальник, де цей газ змішується з повітрям та, згоряючи, рухається каналами, огинаючи робочу просторінь печи.

Цей тип відзначається високими вартостями, особливо в гартувальній справі, завдяки легкому та точному регулюванню температури, малій витраті часу на пускання в хід та великій компактності.

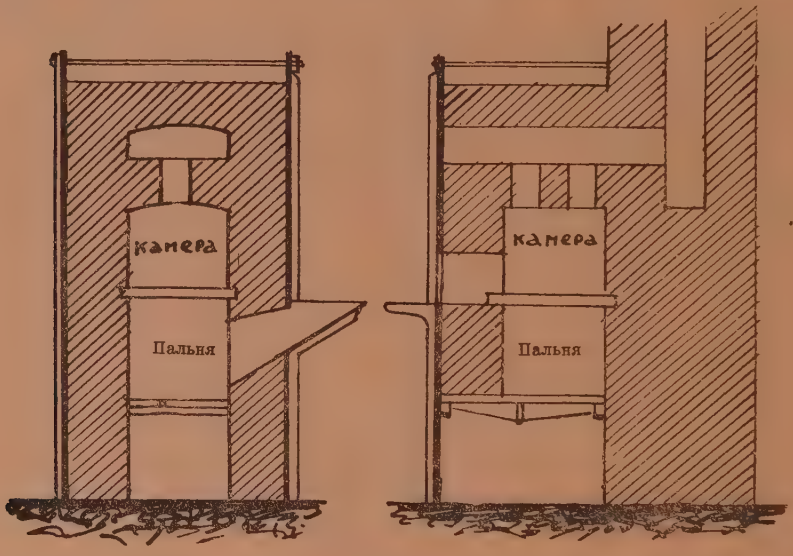
Своєю будовою кожен із цих трьох типів печей може своєю чергою поділятися на: а) *полум'яні печі* та б) *муфельні печі*.

У головних рисах будова *полум'яної гартувальної печи* (фіг. 11) така: більш або менш солідна цегляна кладка, зовні із звичайної цегли, всередині з огнетривалої (шамотної) цегли, містить у собі просторінь, де палять, та робочу камеру.

Горючи гази з просторони, де палять, ідуть безпосередньо до робочої камери та нагрівають стінки її та речі, призначені до нагрівання.

Цей тип печей найменш удосконалений, бо регулювання температури нагрівання дуже важке, а виріб стикається з газами, що мають у собі иноді шкідливі домішки.

Удосконаленіший тип — це *муфельні печі* (фіг. 12); їх головна відзнака від полум'яних та, що їхня робоча просторінь цілком ізольована від проходження горючих газів й являє так званий *муфель*; складається він з чавунової або шамотної скриньки, яка зовні нагрівається газами, що ними палять.



Фіг. 11

У решті будова такої печи мало чим відрізняється від конструкції полум'яної печи.

Одною з хиб муфельної печи є не досить рівномірне нагрівання муфля в усіх його частинах, що примушує робити стінки муфля можливо товщими, а само нагрівання провадити з обережною поступовністю.

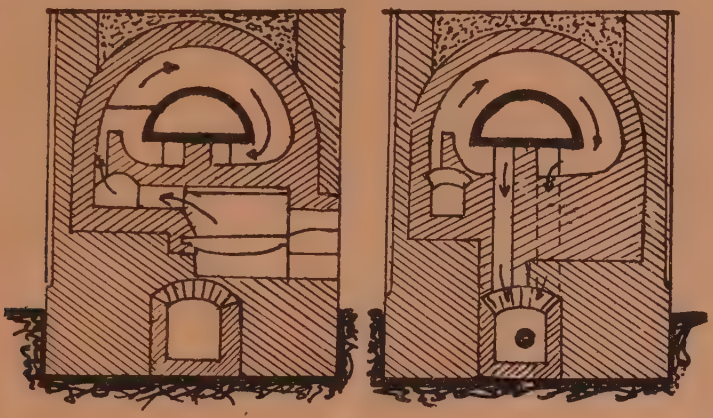
Полум'яних печей здебільшого вживають для гартування або нагрівання великих виробів, а муфельних печей — для нагрівання середніх та дрібних виробів. На фіг. 12 показано муфельну піч системи Грум-Гржімайла, в якій напрямок горючих газів розраховано так, що в муфлі міра нагрівання входить досить рівномірна.

Із усіх розглянутих типів печей за найбільш підхожі до струментарства можна вважати в порядкові поступовности

такі печі: а) газові муфельні, б) нафтові полум'яні та в) звичайні муфельні на твердому паливі.

§ 13. Теплова обробка стали може провадитися не тільки в розглянутих нами печах, але й у рідких ваннах, що містять у собі розтоплену сіль або метали. Звичайно в таких ваннах нагріваються речі невеликих розмірів, бо для великих речей треба було б робити ванни надзвичайних розмірів.

Посудиною для ванни править віблової форми бритваль з чавуну або сталі з напівкруглим дном.



Фіг. 12

Для соляних ванн уживають звичайної кухенної соли, а також хлорового барію ($Ba\ Cl_2$) та хлорового калію (KCl), для металевих ванн — олива.

Для соляних ванн, що їх нагрівають кам'яним або дерев'яним вугіллям, звичайно вживають кухенної соли, бо вона дешевша та легше топиться.

Щоб сіль ще легше топилася, до неї додають коло 3—5% соди ($Na_2\ CO_3$), вистилюючи нею дно бритваля, а щоб розрідити суміш, додають коло 5% салітри.

Невелика домішка жовтого калію (каліборусикум) значно поліпшує якість ванни.

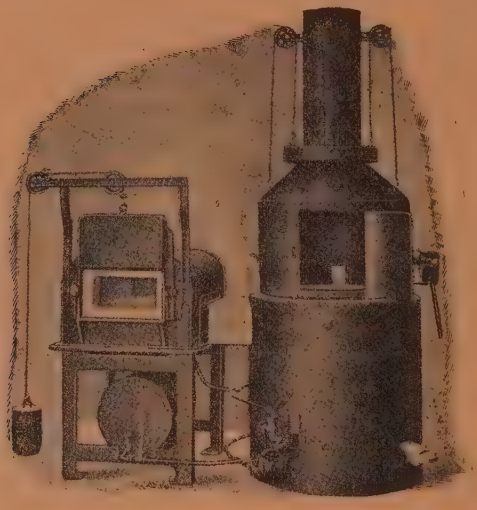
Соляних ванн вживають рідше за олив'яні, дарма що олив'яні ванни, через виділення розтопленим оливом отруйних парів, надзвичайно шкідливі для здоров'я.

Через те що температура топлення олива — коло 327°, а робоча температура ванни доходить до 770°, то доводиться вважати на дуже енергійне випарювання олива.

Для зменшення цього явища поверхню розтопленого олива посипають порошком дерев'яного вугілля, що також охороняє оливо й від окиснення.

Занурюючи речі у ванну, треба їх перед тим нагрівати так з загальних міркувань, як і через те, що холодна сталь, попадаючи в розтоплене середовище, енергійно розбризкує те, що міститься у ванні.

Особлива перевага соляних та металевих ванн — це цілковита ізоляція речи, що її нагрівають, від впливу кисню повітря та рівномірніше, ніж у звичайних печах, нагрівання.



Фіг. 13

Вада такого роду ванн — дуже швидке нагрівання, що спричинює перегрівання зовнішніх частин, тимчасом як унутрішня їхня частина ще не набула потрібної температури.

Будову соляної ванни в з'єднанні з муфельною піччю показано на фіг. 13 та 14.

Така комбінація дає змогу користуватися з теплих газів, що відходять, для попереднього нагрівання струменту в муфлі, а тому усуває можливість перегрівання, що пронього була мова вище.

Піч ця опалюється нафтою, яка з резервуару *O* попадає в розпорушувач *b* під впливом стисненого повітря, що його нагнітають у резервуар руркою, показаною на рисунку пунктиром.

Повітря нагнітається компресором, що на рисунку не показаний, та через вентиль *M* попадає в обгортку, що обгортає бовдур, де воно нагрівається і, вийшовши з обгортки, йде почасти в резервуар з нафтою, а почасти в розпорошувач.

Гази, що утворюються від спалювання нафти, спочатку нагрівають бритваль, що містить соляну ванну, а потім

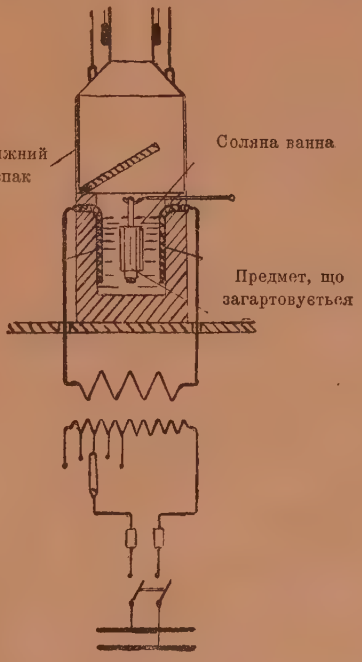
ідуть каналом *f* в муфельну піч, де нагрівають муфель, а потім виходять у бовдур *a*.

Коли тепла, яке міститься в газах, що виходять, не досить для нагрівання муфля до потрібної температури, то починає працювати допомічний розпорошувач *b*, що міститься в каналі *f*.

Фіг. 14

§ 14. Крім описаних вище типів печей, за останній час набувають широкого поширення електричні печі, що нагріваються або за допомогою вольтової дуги, або індукційним током, або, нарешті, нагріванням провідника коштом його опору токові, що ним іде.

У струментарстві найдужче поширені печі останнього типу (фіг. 16), при чому провідником, що роз-



Фіг. 15

пікається, є барієва та калієва сіль, які від впливу високої температури перетворюються на рідину. Отже, ці печі можуть бути віднесені до соляних ванн, з тією тільки ріжницею, що нагріваються вони не твердим паливом, а електричним током.

Через це до них цілком стосується все те, що казано про переваги та вади соляних ванн.

Проте, електричні печі з соляними ваннами мають одну велику перевагу проти соляних ванн з полум'яним нагріванням, це—легка можливість на бажання регулювати температуру.

Піч складається з основної цегляної кладки, що в її верхній частині є поглиблення, яке править за ванну.

Стінки ванни виложено вогнетривалою цеглою, а між цими стінками та основною кладкою зроблено азбестову переліжку для зменшення втрати тепла.

Дві протилежні стінки ванни мають електроди з штабового заліза.

Щоб відводити пару розтопленої соли, що виділяється, над піччю робиться залізний витяжний клубук.

Розмір ванни квадратового перекрою буває різний, залежно від величини речей, що їх треба нагріти. Печі, що їх випускає завод *AEG* в Німеччині, мають звичайно один із таких розмірів (табл. 2).

Таблиця 2

	Перекрій	Глибина
Величина I	120 × 120	120
„ II	150 × 150	170
„ III	200 × 200	270
„ IV	300 × 300	370

Сіль барія та калія (хлоровий барій та хлоровий калій), будучи провідниками другої класи, не можуть у твердому стані проводити току; через це, щоб їх розтопити, вживають такого способу: до одного з електродів приєднують допомічний залізний стрижень за допомогою гнучкого кабелю, а до другого електроду приставляється кусочок лямпового вугілля, що лежить на поверхні соли, яка наповнює ванну.

Наближаючи допомічний електрод до вугілля, роблять коротке замкнення і, трохи віддаляючи від вугілля допомічний електрод, утворюють вольтову дугу, що від її тепла ближчі частки соли починають топитися.

Розтоплена сіль опускається на дно та, обернувшись на провідник, нагрівається самостійно вже током, який проходить через неї від електроду до допомічного електроду, що обпирається об дно ванни.

Таким чином, ця частина соли починає служити вже за джерело тепла, яке й собі діє на сусідні частки соли.

У міру розтоплювання соли допомічний електрод одсувають що-разу далі, поки він дійде до протилежного електроду, і коло, таким чином, замкнеться, проходячи через розтоплений шар соли.

Друге пускання охолонулої ванни відбувається так само, але не таке важке, бо досить проробити на її поверхні рівчачок розтопленої соли, що вже самостійно починає діяти на сусідні участки соли, розтоплюючи всю ванну за 30 — 40 хвилин.

Для температур, нижчих за 1000°, береться суміш соли, що складається з одної частини хлорового калію та двох частин хлорового барію (температура топлення — коло 700°); для температур понад 1000° береться чистий хлоровий барій (температура топлення 950°).

Витрата енергії в кіловатах на годину зазначена в нижчеподаній таблиці.

Таблиця 3

Температура	Тип печей			
	I	II	III	IV
850° . . .	3	4,5	8,5	20
1150° . . .	5,5	9	16	36
1300° . . .	7,5	12	22	48

Як у першому колові напруження було 220 вольт, то робоче напруження току коливається в межах 7,5—66 вольт.

Установка має масляний трансформатор та додатковий, що регулює опір.

РОЗДІЛ ТРЕТІЙ

§ 15. Виготовлений з відповідної сталі струмент, пройшовши всі стадії механічної обробки, все-таки ще не годиться до вживання через свою природну м'якість.

Треба ще надати йому твердости, достатньої для тої мети, що для неї струмент призначено.

Для надання струментові твердости, його в особий спосіб обробляють теплом; ця обробка зветься *гартуванням*.

Зовнішній бік цієї обробки такий: нагрітий у межах від вишнево-червоного розпікання (750°) до жовто-червоного розпікання (900°) кусок сталі або сталевий струмент швидко охолоджують, занурюючи його в охолоджувальне середовище, напр., у воду, і від цього він набуває значної твердости.

Це і є *гартування*.

Суть гартування може бути пояснена кількома теоріями, що з них найголовніші: *вуглецева* й *алотропічна*.

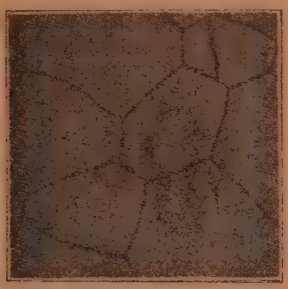
Жодна з цих теорій, як і решта з них, що являють собою перехідні ступені від вуглецевої теорії до алотропічної, не дають остаточного освітлення гартування, яке розвязувало б усі питання.

Алотропічна теорія Осмонда-Аустена запевняє, що вуглецева сталь може перебувати в трьох станах: з них станові *a* відповідає температура, нижча за 740°, станові *B* — температура між 740° та 860° та станові *y* — температура понад 860°.

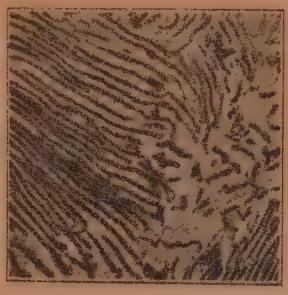
Швидким охолодженням сталі у стані *B* та закріпленням сталі в цьому стані, що відповідає найбільшій її твердості, ця теорія й пояснює явище гартування. Ця теорія вдало пояснює таке явище, що має місце підчас охолоджування нагрітої сталі: виявляється, що сталь, охолоджуючись, охолоджується не ввесь час рівномірно.

Бувають такі моменти, коли сталь, що охолоджується, ніби-то одержує приплив нового тепла й затримує швидкість охолодження. Алотропічна теорія запевняє, що в ці моменти звільняється сховане тепло, яке утворюється від переходу стали з вищого стану в нижчий, та знову нагріває сталь.

Слабий бік цієї теорії становить факт, що їй суперечить, а саме — властивість стали гартуватися при температурі, нижчій за 740°, цеб-то в стані *а*. Закінчуючи на цьому коротке пояснення сути алотропічної теорії, перейдімо до детальнішого розгляду вуглецевої теорії.



Фіг. 16
(Збільш. 1000 разів)



Фіг. 17
(Збільш. 1000 разів)

§ 16. *Вуглецева теорія,* не пояснюючи причини затримки охолодження стали, в решті являє досить добре розроблену систему.

Розгляньмо перш за все структуру (будову) незагартованої стали.

Залежно від відсотку вуглецю, що міститься в сталі, вона містить у собі деяку кількість *фериту*, потім *цементиту* й нарешті *перліту*.

Ферит являє собою чисте м'яке залізо, що становить головну частину клепкого заліза та м'якої стали з малою кількістю вуглецю.

Під сильним побільшенням, до 1000 разів, ферит являє картину окремих багатогранястих зернин, що тісно звязані одно з одним (фіг. 16).

Цементит становить найтвердішу частину незагартованої стали і кількість її залежить від відсотку вуглецю в сталі.

У сталі, що містить у собі вуглецю менш за 0,89%, цементиту зовсім нема.

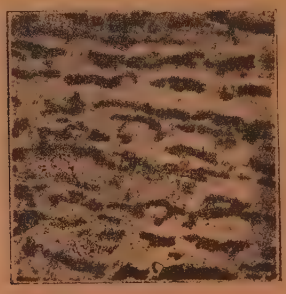
Коли підноситься кількість вуглецю понад 0,89%, то кількість цементиту збільшується, досягаючи до 12% у сталі з 1,5% вуглецю.

Цементит надає незагартованій сталі твердости та крихкости. Хемічно цементит є сполука заліза з вуглецем.

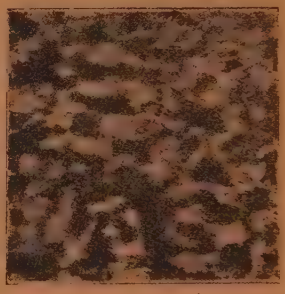
Під мікроскопом цементит має вигляд безформних відкладань, темних на колір, що їх розкидано між скупченням фериту, ясного на колір (фіг. 19).

Перліт є суміш цементиту з феритом і становить головну масу незагартованої сталі.

Кількість його росте з побільшенням кількости вуглецю в сталі, і при $C = 0{,}89\%$, перліт становить 100%, заповнюючи всю структуру сталі.



Фіг. 18
(Збільш. 250 разів)



Фіг. 19
(Збільш. 250 разів)

Починаючи з цього, кількість перліту, в міру збільшення кількости вуглецю в сталі, починає зменшуватись та при $C = 1{,}5\%$ доходить до 88°.

Своєю будовою перліт буває шаруватий та зернястий. Шаруватий перліт (фіг. 17) буває в сталі, що нагріта до 750°, а потім повільно охолоджена.

Він складається з тонких прошаровань (аркушиків) фериту та цементиту, що дають під мікроскопом, коли їх дуже освітити з боку, переливчастий перломутровий колір, відкіля перліт і має свою назву.

Зернястий перліт трапляється в сталі, що нагрівалась при високій температурі, і складається з дрібних зернин цементиту та фериту (фіг. 18).

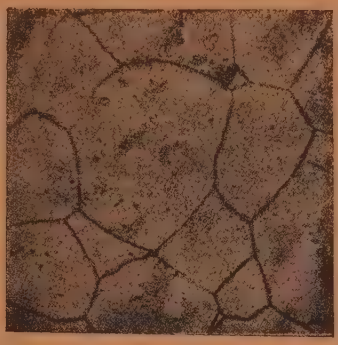
Відсоток вуглецю в сталі (0,89°), що за нього кількість перліту досягає 100°, зветься *точкою насичення сталі вуглецем, а сама сталь — насиченою.*

Ця точка не для всіх сортів стали однакова та залежить від сторонніх домішок у сталі. Так, наприклад, домішка невеличкої кількости мангану знижує точку насичення до 0,8% вуглецю.

Що сталь чистіша, то більше треба вуглецю для її насичення, а цілком чиста сталь дає грань для точки насичення в 0,9% вуглецю.

Тепер перейдімо до розгляду явищ, що бувають підчас гартування в такому вигляді, як їх пояснює вуглецева теорія.

Фіг. 20
(Сталь відгартована. Збільш. 150 разів)



Фіг. 21
(Сталь загартована. Збільш. 1000 разів)

Підчас нагрівання стали перліт починає перетворюватися на осібний вигляд стану вуглецю, що являє розчин вуглецю в залізі та зветься *мартенситом* (фіг. 22). (За Арнольдом, мартенсит є $Fe_{24}C$).

Мартенсит дуже твердий та в насиченій сталі, що нагріта понад 750°, становить усю її масу; а в сортах стали, багатших на вуглець (понад 0,89%) рядом з мартенситом стоїть цементит, у сортах же стали, бідних вуглецем, мартенсит супроводиться феритом.

Кількість вуглецю в мартенситі змінюється залежно від міри насичення стали.

У ненасичених (м'яких) сортах стали кількість вуглецю в мартенситі доходить до 0,12%, а в твердих сортах стали ця кількість доходить до 0,9%.

Твердість мартенситу залежить од кількости вуглецю, що в ньому міститься, а саме: що більше в ньому вуглецю, то він твердіший, що менше — то м'якший.

Через це сорти стали, що мають багато вуглецю, та нагріті понад 750°, відзначаються й великою твердістю, бо містять у собі виключно мартенсит великої твердости та цементит, що його твердість не менша за твердість мартенситу.

Якщо сталь, нагріту до температури понад 750°, повільно охолодити, то мартенсит починає знову перетворюватися на перліт, при тому для цілковитого перетворення треба певний час.

Домішка до стали вольфраму, хрому або мангану значно збільшує час зворотного переходу.

Якщо сталь, нагріту понад 750°, раптово охолодити, то мартенсит не встигає перетворитися і залишається в сталі в закріпленому вигляді, надаючи їй значної твердости.

Закріплення мартенситу в сталі і є суть явища гартування.

Як ми бачимо згідно до цієї теорії, головну ролю в гартуванні відограє вуглець, бо від нього залежить кількість мартенситу, що міститься в загартованій сталі.

Відціля ця теорія набула назви *вуглецевої.*

§ 17. Проте гартування було б зовсім неможливе, коли б зворотне перетворення мартенситу на перліт відбувалося раптовно, бо гартівникові не залишалося б досить часу, що потрібний для охолодження нагрітої стали.

Можливість гартування пояснюється тим, що перетворення мартенситу на перліт відбувається протягом часу, цілком достатнього для охолодження стали, та триває від декількох секунд до декількох хвилин, залежно від розмірів та якости стали.

Перетворення мартенситу на перліт і навпаки супроводиться гострою зміною структури (будови часточок) стали (фіг. 20 та 21) і, як показують зроблені досвіди, при цьому виділяється значна кількість тепла, достатнього для помітної затримки охолодження стали.

Через це точки переходу вуглецю з одного стану в инший мають назву *критичних точок;* вони знаходяться між 760° та 900°, залежно від кількости вуглецю в сталі.

Така затримка охолодження за критичної точки перетворення мартенситу на перліт і є причина існування вищезгаданого часу, що дає змогу загартувати нагріту сталь.

Критична точка при 760° — 900° зветься *верхньою критичною точкою.* Підчас нагрівання загартованої стали до температур, що лежать між 200° та 315°, відбувається часткове

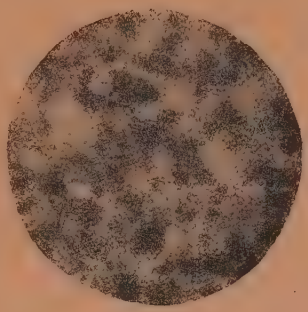
перетворювання мартенситу на перліт; воно також звязане із зміною структури стали, яке супроводить *нижчу критичну* температуру, що перебуває в межах вищезазначених температур.

На теорію російського професора *Чернова*, зміна структури стали підчас нагрівання відбувається так. Сталь, нагріта до температури, що не перевищує температури верхньої критичної точки та потім охолоджена, не змінює своєї початкової температури, яку вона мала до свого нагрівання.

Коли ж температура нагрівання перейде критичну точку, то кристалева будова стали перетворюється на аморфну, і в такому вигляді сталь перебуває аж до її розтоплення.

За дальшого охолоджування частки стали збираються в кристали, при чому *що дужче була сталь нагріта, то більші утворюються кристали.*

Процес утворення кристалів закінчується, як охолоджена сталь досягне температури верхньої критичної точки.



Фіг. 22
(Збільш. 150 разів)

Сталь з великими кристалами, що буває від перегрівання її (перепалювання), *спричинює погіршення механічних властивостей сталі,* і тому вся вмілість гартівника — в нагріванні стали до температури, що не дуже перевищує верхню критичну точку, різну для різних сортів стали.

Кристалева будова, що її набула сталь підчас нагрівання та охолодження до верхньої критичної точки, зберігається й за повного охолодження загартованої стали, при чому гартуванням фіксується не тільки будова стали, але й об'єм її, що його досягнуто підчас нагрівання.

Через це об'єм загартованої стали більший за об'єм такого самого куска стали в незагартованому вигляді.

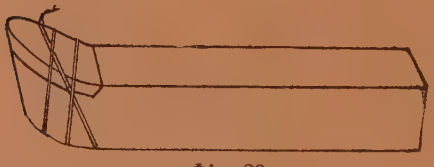
Від такого збільшення об'єму сталь натягається, і це може спричинитися до розтріскування її.

Отже гартування стали характеризується двома явищами: 1) закріпленням у сталі мартенситу, що звязано з набуванням твердости в сталі, та 2) кристалізацією часток стали, що надає останній крихкости.

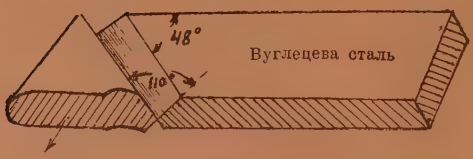
Наскільки перше явище бажане, становлячи мету гартування, настільки друге явище небажане й становить велику ваду загартованої стали.

§ 18. Щоб знищити або зменшити друге явище, цеб-то крихкість загартованої стали, вживають особливого способу, що зветься *відгартуванням сталі.*

Спосіб цей такий: загартований струмент, охолоджений до температури, нижчої за 200°, знов нагрівається до температури між 200° та 300°, при чому що вища температура цього другого нагрівання, то сталь стає чіпкіша, втрачаючи тимчасом частину своєї твердости.



Фіг. 23



Фіг. 24
(Хуткорізальна сталь)

Міра відгартування залежить: від кількости вуглецю в сталі та від міри гартування, при чому що більше вуглецю або вища міра гартування, то вища має бути температура відгартування в тому самому струменті та за тієї самої твердости.

Відгартування можна провадити двома способами:

1. Остаточно охолоджений після гартування струмент удруге нагрівається до потрібної температури.

2. Для відгартування користуються з лишків тепла, що залишається підчас нецілковитого охолодження струменту, як його гартують.

У той або инший спосіб відгартований струмент треба знов охолодити вдруге, занурюючи його в охолоджувальну рідину.

Друге нагрівання для відгартування провадиться або на нагрітому залізному аркуші, або в гарячому піску.

Для цієї самої мети служать ванни з розтопленим оливом, а також ванни з олією. Про температуру підчас відгартування судять по так званих *набіглих барвах*, що вони з'являються на поверхні нагрітої стали.

Нижчеподана таблиця дає розгруповання набіглих барв підчас відгартування та перелік струменту, що його відгартовують при даній температурі.

Таблиця 4

Колір розпікання	
	Група I
Ясножовтий (220° — 230°)	Токарські та стругальні різаки для твердого лиття. Штампівниці, щоб гнітити.
Темножовтий (240°)	Токарські та стругальні різаки та свердла для сталі та чавуну. Розвертки, фрези та пилки.
Рудувато-жовтий (255°)	Шруборізальні платівки, молотки, долітця.
	Група II
Рудувато-червоний (265°)	Мутрорізи, кручені свердла, струмент до різання кости, пробивачі для кожі. Бритви.
Пурпурово-червоний (275°)	Токарські та стругальні різаки, свердла та різьбарський струмент для заліза та жовтої міди, пробивачі для холодного металу.
Фіялковий (285°)	Зубила для сталі та каменю. Обтискачі, обрисові різаки та фрези для твердого дерева. Свердла для каменю. Ковальські холодні зубила. Пробивачі для нагрітого металу. Товкачі.
	Група III
Волошковий (295°)	Зубила для чавуну, гарячі шрубелі. Лопатні. Сокири. Пилки та фрези для дерева. Гладилки.
Блакитний (315°)	Зубила для клепкого заліза. Пилки для дерева. Хірургічний струмент. Пружини.
Зеленкувато-сірий (330°)	Сірі каринтійські коси.

Розгруповання за цією таблицею дає тільки загальні керовничі вказівки. Взагалі ж, як вибирають температуру відгартування, треба керуватися якістю сталі та характером призначення струменту.

Струмент, що робить спокійно, треба менше відгартовувати, ніж струмент, що зазнає струсів та ударів. Такий струмент звичайно має багато відсотків вуглецю, тому взагалі кажучи: що більше вуглецю в сталі, то температура відгартування нижча.

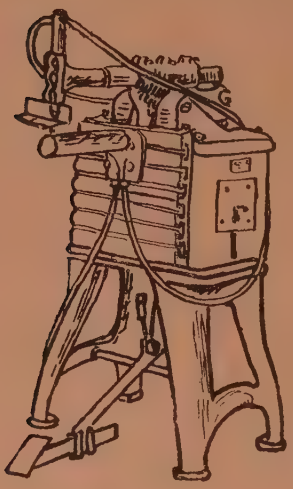
Проте, як уже зазначено вище, більша кількість вуглецю *для того самого роду струменту* потребує й вищої температури відгартування, що цілком зрозуміло, бо, щоб мати ту саму чіпкість, сталь з більшою кількістю вуглецю

треба й відгартувати сильніше, ніж сталь з меншою кількістю вуглецю.

Струмент, що його треба загартувати, нагрівається до температури, яка коливається між 750° та 800°, залежно від якости стали. Що більше вуглецю в сталі, то нижча температура гартування, і навпаки.

§ 19. Струмент, нагрітий до температури гартування, занурюється в охолоджувальну рідину.

Охолоджувальні рідини такі: вода, насичений розчин води з кухенною сіллю, вода з домішкою 2% сірчаної кислоти, варена олія, жири, гас та гліцерина.



Фіг. 25

Ці рідини містяться у ваннах, при чому ванни повинні бути досить великі, щоб температура рідини не могла значно піднестися навіть підчас довгої роботи, бо від цього залежить гартувальна чинність рідини.

Так, наприклад, вода при 100° уже не має гартувальної здібности.

Що нижча температура охолоджувальної рідини, то сильніша її гартувальна здібність.

Тому гартівні ванни часто роблять із штучним охолодженням, роблячи стінки ванни подвійні та пропускаючи між ними текучу воду.

Визначити температуру нагрівання стали можна або на око, спостерігаючи її колір гартування, або за допомогою спеціяльного приладу — *пірометра*.

Перший спосіб засновується на тому, що кожній температурі нагрівання стали відповідає свій осібний колір, що його приймає сталь.

Спосіб цей потребує звички та обережности, бо залежно від міри освітлення майстерні змінюються й кольори нагрівання стали.

Колір, що здається в темряві ясний, за інтенсивнішого освітлення здаватиметься темніший, і навпаки.

Визначення температур пірометром надійніше і дає дуже точні результати.

З різних теперішніх типів найвідоміший пірометр *Лешательє* (фіг. 30 та 31).

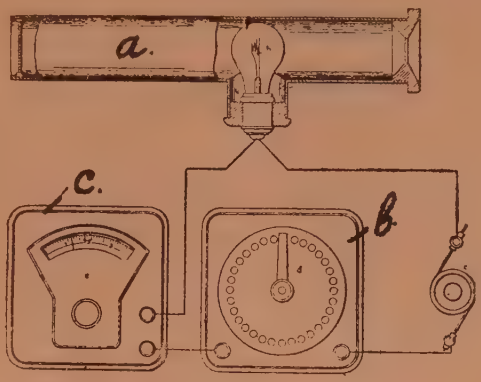
Чинність цього пірометра засновано на відомому явищі термоелектричного току.

Суть цього явища в тому, що між двома точками тіла, які неоднаково нагріваються, або в колові, що складається з двох різних тіл, які одночасно однаково нагріваються, виникає електричний ток; він міняє свою силу із зміною міри нагрівання.

У пірометрі Лешательє таким колом є два злютовані докупи дротики: один із чистої платини, другий — із стопу платини з 10% родія.

Місце злютування дротиків уміщено в порцелянову рурку, що поверх неї надівається ще довга залізна труба.

Кінці дротиків виводяться з труби наокола та приєднуються до гальванометру; відхиляння стрілки гальванометру показує дану температуру, яка відповідає силі току, що виникла від температури нагрівання печи в термоелектричному колі.



Фіг. 26

Для вимірювання температури пірометр ставлять через осібний отвір у піч, ближче до місця роботи, для кожного сорту стали визначається через досвід правильну температуру в печі, що дає підчас гартування найкращі наслідки.

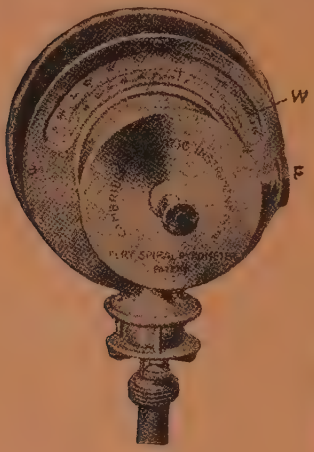
Стежачи за показаннями гальванометру та регулюючи температуру печи, можна досягти рівномірного та однакового нагрівання, певної вишини, що потрібна для гартування струменту з даного сорту стали.

Пірометр Лешательє дуже зручний у великих гартувальних майстернях з багатьома печами.

Містячи в кожній печі по пірометрові та відводячи краї дротиків до одного загального гальванометру, що його поставлено в центральному місці майстерні, можна монтер спостерігати температуру першої - ліпшої печи, повернувши держалко перевмикача, який поставлено перед гальванометром.

Крім пірометра Лешательє, є ще инші пірометри, що їхня чинність заснована на ріжниці здовжень двох різних тіл од впливу тої самої температури.

Всі вищезгадані пірометри призначені для безпосереднього вимірювання просторони, що нагрівається, і мають міститися всередині печи.



Фіг. 27

Є ще спеціяльні типи пірометрів, що звуться *оптичними*, чинність яких засновано на здібності нагрітої речи давати промені світла та тепла.

Пірометри ці, містячись поза піччю, служать для вимірювання температур.

Одним із найпростіших оптичних пірометрів світлового типу є пірометр *Морзе*, схематично поданий на фіг. 26.

Він складається з рурки (*a*), що в ній усередині міститься жеврільна лямпа, з реостату *b* та амперометру *C*.

Для вимірювання температури нагрітої речи рурку скеровують на цю річ та вмикають лямпу.

Ток, що йде в лямпу, регулюють за допомогою реостату та змінюють таким чином яскравість світла нитки лямпи.

Регулюють доти, доки яскравість нитки зрівняється з яскравістю нагрітої речи, цеб-то доки нитка лямпи зникне для ока спостерігача, що дивиться в рурку.

Фіг. 28

Що вища температура нагрітої речи, то яскравіший колір його гартування, то, значить, яскравіше має горіти лямпа, а ток, що йде в лямпу, має бути більший.

Цей ток зазначається амперометром, який звичайно влаштовано так, що на ньому прямо відлічуються температури.

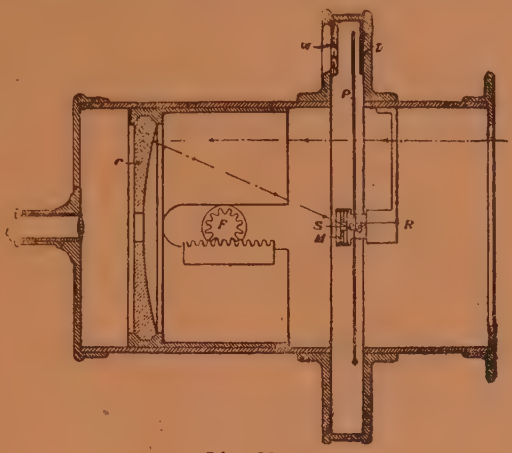
Другий тип оптичних пірометрів, що заснований на властивості нагрітого тіла давати теплові промені, є пірометр *Пері*.

Загальний вигляд цього пірометра подано на фіг. 27, а розріз його вподовж — на фіг. 29.

Цей пірометр складається з камери, що її один бік, повернутий до нагрітого тіла, цілком відкритий, а другий бік має підзорну трубку *E*.

Промені, що йдуть від тіла, попадають на угнуте дзеркало *C*, як показує пунктирна лінія, та, відбиваючись від нього, збираються в фокусі *S*.

У цьому фокусі вміщено металевий пружиновий термометр, показаний в побільшеному вигляді на фіг. 28.



Фіг. 29

Цей термометр складається з маленької спіральної пружини, що зроблена з двох накладених одна на одну смужок металу, які мають різні коефіцієнти поширення.

Фіг. 30

Внутрішній край пружини закріплений нерухомо, а зовнішній край, що до нього прикріплено алюмінієву стрілку *P*, залишається вільний.

Підчас нагрівання дротик розгортається й стрілка описує лук — то більший, що сильніше нагрівання пружинки та, значить, що вища температура, що її вимірюють.

Лук, що описаний стрілкою, вимірюється на шкалі, яку видно через щілину *W*, та відлічується прямо в градусах.

Щоб прилад робив правильно, треба спіральну пружинку вміщувати в фокусі дзеркала *C*.

Тому кожного разу перед вимірюванням прилад встановлюють на фокус, пересовуючи дзеркало *C* за допомогою

зубчатки *F* та спостерігаючи точність фокуса через підзорну трубку *E*.

Для цього зроблено плескате дзеркальце *M*, що поміщено в фокусі й відбиває в око спостерігача видиме зображення нагрітого тіла.

Якщо дзеркало *M* не є в фокусі, то це зображення розпадається на дві половинки, що зсунуті одна проти одної.

Фіг. 31

Пересуваючи дзеркало *C*, ці половинки зливаються в одно ціле зображення, і таким чином находять вірне місце фокуса.

Пірометри *Перї* робляться трьох розмірів: від 500° до 1100°, від 500° до 1400° і від 500° до 1700°.

§ 20. Цілком осібним способом провадиться гартування струменту з швидкорізальної стали.

Струмент з такої стали нагрівають повільно та поступовно до ясночервоного розпікання, яке відповідає температурі 800°, потім, швидко нагріваючи, доводять температуру до 1200°—1300°, себто до білорозпікального жару, та занурюють охолоджувальну ванну з розтопленого олива температурою 620° або містять у звій повітря.

Підчас охолодження в олив'яній ванні треба пильнувати за тим, щоб не було помітних коливань температури розтопленого олива, для чого ванна має містити достатню кількість олива, залежно від кількости роботи.

Збільшення температури олив'яної ванни до 670° уже помітно впливає на різальну здібність струменту, який гартують, а збільшення температури до 735° вертає струментові його початкову твердість, що він її мав до гартування.

Охолодження струменту до температури 670° треба робити швидко та без перерви, дальше охолодження його до температури надвірного повітря можна провадити як хоч, без ніякого впливу на якість струменту.

Містячи струмент у звій стисненого повітря, треба пильнувати за тим, щоб він охолоджувався рівномірно в усіх частинах.

Краще за все охолоджувати струмент на так званому крутелі, що складається з швидкоповертального кружала, до якого струмент прикріплюється, та, повертаючись разом з ним, підставляє звойові повітря позмінно всі свої частини.

Струмент з швидкорізальної сталі після гартування не треба відгартовувати, але його якість значно поліпшується, коли його вдруге обробити теплом за низького нагрівання до температури 620°; ця обробка триває від 5 до 10 хвилин, залежно від величини струменту.

Підчас цієї другої обробки нагрівання можна провадити в печі або в тій самій олив'яній ванні, що правила для охолодження підчас гартування.

Струмент, нагрітий до температури 620°, знов містять для охолодження в звіс стисненого повітря або залишають вільно охолоджуватися на повітрі.

§ 21. Через те що швидкорізальна сталь — дуже дорогий матеріял, то цілком з неї роблять струмент невеликого розміру; більший же струмент роблять, спогріваючи швидкорізальну сталь із звичайною вуглецевою, для економії матеріялу, що дорого коштує. Особливо часто практикується наварка різаків.

Суть спогрівання така: частки речей, які спогрівають під впливом високої температури нагрівання, яка для заліза досягає до 150°, стають пластичні, зручно рухливіші, і, коли їх зсунути ударами молотка, зростаються — і з двох цих частин утворюється одне ціле.

Для гарного спогрівання слід старанно припасувати одно до одного місця спогрівань та обчистити їх від жиру та бруду.

Через те що підчас нагрівання заліза або сталі на поверхні утворюється залізина, що заважає спогріванню, то, раніш ніж починати спогрівання, треба залізину (циндрю) зчистити, а поверхні спогрівання посипати порошком (флюсом), що робить залізину рідкою та полегшує зчищання її в момент нагрівання.

Підчас спогрівання сталь нагрівається до температури значно нижчої за залізо, щоб уникнути її перепалювання та руйнування.

Взагалі підчас спогрівання, як і підчас гартування, треба додержувати правила, що за нього температура нагрівання то вища, що менше вуглецю в сталі.

Температура спогрівання для сталі коливається в межах між 1000° та 1200°. Як спогрівальні порошки (флюси) вживається пісок, роздрібнене скло, глина, поташ, сода та бура.

Для приготовлення порошку з бури його повільно топлять і також повільно охолоджують. Кусок, що утворився, мелють на дрібний порошок.

Через те що за сильного нагрівання сталь може втратити вуглець на своїй поверхні, то підчас спогрівання сталі часто вживають таких порошків, що, крім вишезазначеного впливу, ще повертають сталі втрачений вуглець коштом деяких складових частин порошка, що багаті на вуглець.

Нижче подається рецепт такого порошка:

Для спогрівання сталі з залізом	%
Жовтої кров'яної соли	27
Кухенної соли	30
Борної кислоти	36
Калофонії (живиці)	7
Разом	100 вагою

Для спогрівання сталі із сталлю	%
Жовтої кров'яної соли	16
Кухенної соли	35
Борної кислоти	42
Калофонії (живиці)	7
Разом	100 вагою

Для спогрівання нагрівати можна в печі, у звої полум'я ацетиленово-кисневого пальнику, або за допомогою електричного спогрівного апарату.

Для прикладу розгляньмо наварку платівок швидкорізальної стали до тіла звичайного різака (з м'якої вуглецевої стали з кількістю вуглецю коло 0,5%).

Звичайний спосіб у печі. Кінець різака, що його призначено для спогрівання, зшліховується на карборундовому колі, поки буде рівна та чиста поверхня, та до нього припасовується платівка швидкорізальної стали, також раніш оброблена в місцях спогрівання (фіг. 23).

За спогрівальний порошок береться бура, приготовлена вищеописаним способом та змішана з дрібною залізною тирсою, беручи дві частини тирси на одну частину бури вагою.

Тіло різака перед тим нагрівається до 750°, потім поверхня спогрівання посипається порошком, що поверх нього накладається платівку, та все звязується старанно дротом

для того, щоб підчас спогрівання платівка не зсунулася з місця.

Струмент містять у піч та доводять до температури топлення флюсу — 800°, після чого виймають з печи та, злегка б'ючи молотком, витискають рідкі шлаки, що утворились між площинами спогрівання, та стягають ослаблий дріт. Потім струмент знов містять у піч та нагрівають до спогрівного жару, після чого легкими, короткими ударами молотка провадять спогрівання.

Підчас автогенного або киснево-ацетиленового спогрівання треба пильнувати, щоб не було перепалювання різальних крайок різака.

Через це за найкращий спосіб підготування різака слід вважати той, що за нього спогрівальні площини розташовано під кутом у 45° до оси струменту, як показано на фіг. 24.

Забезпечуючи крайку різака від перегоряння, цей спосіб, крім того, збільшує поверхню спогрівання, міцно з'єднуючи частини, що їх спогрівають.

Підчас спогрівання тіло різака та платівку, що її наварюють, кладуть плескавим боком на залізний аркуш, який покрито азбестом, та в шов скеровують полум'я пальника.

Для заповнення шва найзручніш користатися з куска звичайного залізного дроту діяметром коло 5 мм та довжиною коло 500 мм.

Після заповнення одного шва різак перевертають на другий бік та спогрівають другий шов.

Електричне спогрівання засновано на принципі нагрівання током провідника, що по ньому ток іде.

Якщо приготовлений до спогрівання різак (фіг. 23) умістити між бігунами спогрівного приладу, то через тіло різака та платівку почне проходити ток; регулюючи силу току, можна довести температуру нагрівання до спогрівного жару та викликати таким чином спогрівання тіла різака з платівкою.

В основних рисах влаштування спогрівного апарату зводиться до двох порожнявих бігунів (фіг. 25), що в них відбувається циркуляція води, щоб охоронити їх од впливу сильного жару; при цьому спідній бігун робиться нерухомий, а верхній має свій рух від спідньої педали, що її сила натискання регулюється пружиною.

Натискаючи педаль, змушують верхній бігун опускатися, наближаючи його до спіднього ; відпускаючи педаль, змушують верхній бігун підніматися, віддалюючи його таким чином від спіднього бігуна.

До обох бігунів за допомогою гнучкої кишки підводиться вода. Щоб мати гарні наслідки, різак, що його спогрівають, з прив'язаною тонким дротом платівкою слід перед тим нагріти до ясновишневого розпікання та тільки тоді вмістити під бігун спогрівного апарату, повільно та поступовно підносячи температуру спогрівання, щоб дати змогу та час різакові нагрітися по всіх своїх частинах.

Тіло різака при цьому стає дуже крихке, та підчас сильного необережного натискання педали розсипається на дрібні кусочки, що обов'язково треба мати на увазі, провадячи спогрівання.

Кожній температурі нагрівання стали відповідає свій колір розпікання, що відрізняється від кольорів набіглости підчас відгартовування.

Через це колір стали, що її нагрівають, підчас гартування одпалювання та кування, за відсутністю пірометра, може бути за показник приблизної температури нагрівання.

При цьому треба мати на увазі, що освітлення помешкання, в якому провадиться дана теплова обробка, дуже впливає на суб'єктивну оцінку кольорів розпікання. Так, наприклад, колір, що здається в темному помешканні за ясночервоний, за яскравішого освітлення буде здаватися вже за темночервоний, і навпаки.

Через це визначення температури кольорами розпікання потребує певної звички та досвіду, як і визначення температури відгартування, про що вже говорилось вище.

Нижчеподана таблиця дає розгрупування кольорів розпікання та температури за різних теплових обробок стали.

Таблиця 5

Температура нагрівання та кольори розпікання	Рід теплової обробки
550° Руде розпікання	Цих температур для теплової обробки не вживають
650° Темночервоне розпікання	Сталь, нагріта до цих температур та охолоджена, майже не змінює своєї твердости та своєї будови, але стає крихка.

Таблиця 5 (продовження)

Температура нагрівання та кольори розпікання	Рід теплової обробки
750° Вишневочервоне розпікання	*Відпалювання* струментової сталі. *Гартування* твердої вуглецевої сталі.
800° Ясночервоне розпікання	*Відпалювання* струментової сталі. *Гартування* м'якої вуглецевої сталі. *Кування* найтвердіших сортів вуглецевої сталі.
900° Жовточервоне розпікання	*Гартування* вуглецевої сталі з малим відсотком вуглецю. *Кування* твердих сортів вуглецевої сталі.
1000° Жовте розпікання	*Кування* м'яких сортів вуглецевої сталі та швидкорізальної сталі. *Спогрівання* найтвердішої вуглецевої сталі.
1100° Ясножовте розпікання.	*Спогрівання* середніх сортів вуглецевої сталі. *Гартування* швидкорізальної сталі.
1200° Біле розпікання	*Спогрівання* м'яких сортів вуглецевої сталі. *Гартування* швидкорізальної сталі.
1500° Яскравобіле розпікання.	*Спогрівання* заліза.

Київського Політехнічного Інституту
Головна
Бібліотека

РОЗДІЛ ЧЕТВЕРТИЙ

§ 22. Як уже сказано, гартування дуже змінює структуру та якість стали, що її гартують, хоч єдиною метою гартування є твердість стали.

Загартовану сталь через це можна вживати тільки тоді, коли від даного виробу треба тільки твердости, а будова стали та, значить, звязана з ним чіпкість не має великого значіння. Як уже зазначено, таким умовам задовольняє більшість усілякого роду струменту та, головно, різального.

Проте багатьом виробам, переважно в машинобудівництві, ставиться одночасова вимога і твердости, і чіпкости.

Такі якості стали особливо потрібні в автомобільній справі, де всі частини мають бути по змозі легкі, досить сильно опіратися зносові (зубчатки) та не боятися штовхання та струсів.

Трибове колесо, виготовлене із струментової стали й загартоване для зменшення зносу зубців, не може продержатися скільки-будь довгий час і, через крихкість матеріялу, швидко руйнується.

Вимога чіпкости одночасно з твердістю иноді ставиться й до струменту, наприклад — штампівниць, що їх робоча поверхня має бути в достатній мірі тверда, а в той же час решта тіла штампівниці досить еластична.

Спосіб теплової обробки виробів, що задовольняють цим двом вимогам (одночасної чіпкости й твердости), зветься *цементацією*.

З вищесказаного ясно, що ні струментова сталь, ні якабудь инша сталь з більш-менш значною кількістю вуглецю для цементації не придатна.

Як видко з досвіду, найкращий матеріял для цементації — це залізо з кількістю вуглецю до 0,2%.

Найбільшою кількістю вуглецю, що за нього цементація ще не втрачає свого значіння та має певну рацію, є грань 0,5%.

Сталь, що має манган, вольфрам та хром, поліпшує цементацію, дозволяючи зменшити протяг часу, потрібний на провадження самої цементації, що має велике значіння для якости виробу, як це буде видно з дальшого.

А домішка ніклю, титану, алюмінію та крему погіршує цементацію, при чому сталь з кількістю крему в 5% зовсім не приймає цементацію.

§ 23. *Процес цементації* такий: поверхню виробу, якому треба надати твердости, насичують вуглецем, а саме тіло виробу залишається незмінене.

Підчас гартування обробленого в такий спосіб виробу його поверхня набуває потрібної твердости; а ядро тіла залишається таке ж чіпке, як було і раніш.

Насичення поверхні виробу вуглецем відбувається коштом речовин, *що ними цементують*, багатих на вуглець, з яких роблять різноманітні порошки та мазі, що цементують.

За речовини, що цементують, вживають: деревне вугілля — березове, дубове та липове, сажа, вугілля з тварин, що їх мають, спалюючи шкіри, копита та роги тварин, та ще хемічну сіль, як, наприклад, жовта та червона кров'яна сіль, звичайна кухенна сіль та вуглекислий барій.

Сама цементація провадиться в такий спосіб: у залізну скриньку з кришкою на дно насипають шар цементувального порошку, поверх нього кладуть ряд виробів, що їх треба цементувати, та при тому так, щоб вироби не торкались до стінок скриньки, а між самими виробами залишався б вільний проміжок. Поверх цього ряду насипається цементувальний порошок так, щоб заповнились усі проміжки, а самий ряд був би зовсім укритий. Потім скриньку закривають кришкою, замазують глиною та ставлять у піч.

Глибина, що на неї проходить цементація або, иншими словами, товщина шару, насиченого вуглецем, буває різна, залежно від роду виробу та тих вимог, які ставляться до виробу.

Звичайно ця глибина буває від 0,5 до 1 мм, бо, щоб мати більшу глибину, доводиться продержати виріб у печ дуже довго, а це дуже впливає на сталь, погіршуючи її якість.

Крім того, в шарі, що його цементують, відбувається кристалізація, аналогічна до кристалізації підчас гартування,

а, як уже сказано, це є хиба, та що шар, що його цементують, буде товщий, то сильніш ця хиба відбиватиметься на якості виробу.

§ 24. Глибина шару, що його цементують, залежить від складу сталі та речовини, що нею цементують, та ще від довготи та температури нагрівання.

Як уже зазначено вище, присутність у сталі мангану, хрому та вольфраму зменшує час, потрібний для цементації, цеб-то збільшує товщину шару, що його одержують за одиницю часу.

Так, наприклад, домішка 1% мангану дозволяє за годину мати цементований шар 1,2 мм завглибшки; домішка 2% хрому — шар глибиною 1,1 мм; домішка 2% вольфраму — шар 1,2 мм завглибшки. Тимчасом звичайна вуглецева сталь за цей же проміжок часу цементується всього на глибину 0,9 мм.

При низьких температурах нагрівання, до 800°, найбільшу глибину за одиницю часу дає суміш 66% жовтої та 34% червоної кров'яної соли, при вищих температурах — суміш 60% деревного вугілля та 40% вуглекислого барію.

Що довше нагрівати, то товщий виходить шар, що його цементують.

Виріб, що його продержали в печі досить довго (залежно від його об'єму), можна процементувати наскрізь, якщо він не дуже товстий.

Що вища температура нагрівання, то більша глибина шару, що його цементують, за одиницю часу, при чому швидкість наростання шару зменшується в міру віддалення від критичної температури. Це показує нижченаведена таблиця, що дає відсоткову зміну глибини шару підчас цементації жовтою кров'яною сіллю протягом того самого проміжка часу.

Таблиця 6

Температура	Глибина шару в %%
800°	100
900°	395
1018°	640
1093°	990

Через те, що дуже грубий цементований шар погіршує будову стали, а в звязку з цим і її механічні якості, слід обмежитися температурою нагрівання, що перевищує критичну температуру для даного роду стали, цеб-то температурою в межах 750°—900°.

При цьому, як і в усякій тепловій обробці, дійсне загальне правило: що більше відсотків вуглецю міститься в сталі, то температура нагрівання має бути нижча, та навпаки.

Щоб можна було перевірити хід цементації, иноді в скриньки разом з виробами кладуть спробні смуги з того самого сорту стали й з характеру злому цих смуг судять про закінченість або незакінченість процесу.

Як скінчиться процес цементації, вироби виймають із скриньки та гартують, занурюючи в ванну з охолоджувальними речовинами.

За охолоджувальні речовини можна вживати всі ті засоби, що про них була мова в розділі про гартування.

Цементацію в скриньках провадиться переважно підчас масової обробки виробів.

Коли ж треба, як це часто буває в струментарстві, зацементувати окремий струмент у невеличкому числі, то процес провадять у печі на відкритому вогні.

Для цього виріб, що його поставлено в піч, посипають цементувальним порошком або обмазують цементувальною маззю та, як скінчать цементування, гартують у звичайний спосіб.

§ 25. Рецептів цементувальних порошків та мазей уживається дуже багато, проте найістотніше, щоб одержати гарні наслідки підчас цементації (як і підчас гартування), це — вивчення характеру й складу стали та чинности речовини, що нею цементують, на дану сталь за різних температур та довгости нагрівання.

Порошки

	Частин об'ємом	
1. Рогового вугілля	24	Дрібно потовкти та старанно перемішати
Рогової тирси	4	
Поташу	9½	
Просуш. кухенної соли	55	
Клею	6	
	У %%% вагою	
2. Деревного вугілля	60	
Вуглекислого барію	40	

У %%% вагою

3 Жовтої кров. соли . . 66
Червоної „ „ . . 34

Частин об'ємом

4. Жовтої кров. соли . . 2
Рогової тирси 1

Частин об'ємом

5. Поташу 15
Калофонії (живиці) . . 2
Жовтої кров. соли . . 7

У %%% вагою

6. Поташу 30
Деревн. вугілля 70

У %%% вагою

7. Крейди 10
Поташу 20
Дерев'ян. вугілля . . . 70

Мазі

Частин об'ємом

1. Поташу 2
Паленого копита . . . 16
Сажі 8

Дрібно потовкти та перемішати з салом, поки вийде однонанітне тісто

Частин вагою

2. Паленої шкіри 3
Жовтої кров. соли . . $1^1/_2$
Кухенної соли 6
Калофонії (живиці) . . $^1/_2$
Житнього борошна . . 3

Дуже роздрібнити, старанно перемішати та розвести водою, поки вийде одноманітна кашка

Частин вагою

3. Піджар. рог. борошна . 16
Піджар. хин. кори . . . 8
Жовтої кров. соли . . . 4
Жовт. поташу 2
Зеленого мила 30

Місити, поки вийде тісто. Підчас уживання розводити водою

Кухенної соли в цих рецептах уживається, щоб легше було відокремити зашкарублу масу, яка, коли її опустити в охолоджувальну рідину, під впливом соли розтріскується та відскакує від речи, що її гартують.

РОЗДІЛ П'ЯТИЙ

§ 26. Розглянуті вище способи теплової обробки стали стосувались тільки зміни якости її та не мали на меті змінювати форми куска або речи, що їх обробляють.

Це завдання змінювання форми гарячим способом виконує спеціяльний рід теплової обробки, що зветься *куванням*.

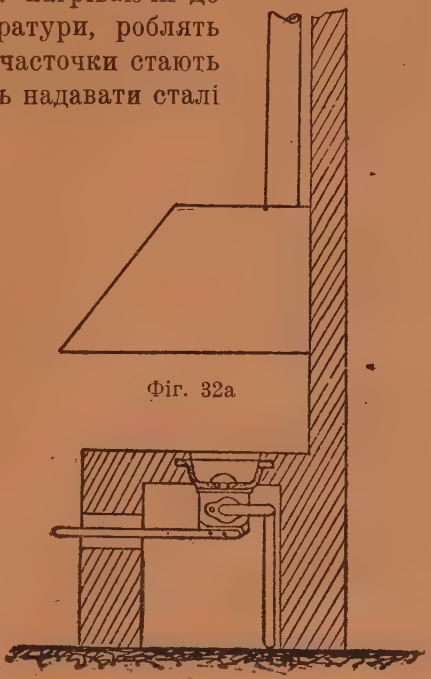
Суть цього способу така: нагріваючи до так званої кувальної температури, роблять кусок стали такий, що його часточки стають зручно рухливі та дозволяють надавати сталі потрібної форми.

Нагрівається сталь (або залізо) на ковальських горнах, що їхню будову показано на фіг. 32а.

Головну частину такого горна складає кладка з цегли, що всередині, для зменшення об'єму, порожня.

Поверхня горна являє собою рівний майданчик, що посередині в ньому зроблено гніздо, куди кладеться паливо.

У спідній частині гнізда зроблено дису (фіг. 33), що через неї вдувається потрібне для горіння палива повітря.



Фіг. 32а

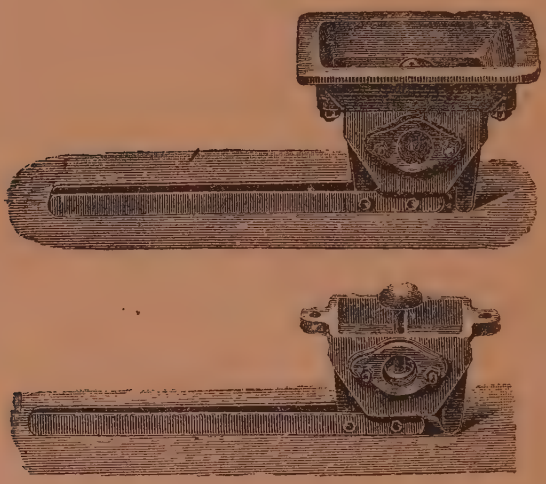
Фіг. 32б

Повітря до диси йде або вентилятором, або ковальськими міхами, трубою, що проведена під підлогою та має заслінку

для регулювання припливу повітря, якщо сама диса не має хлипака, що регулює.

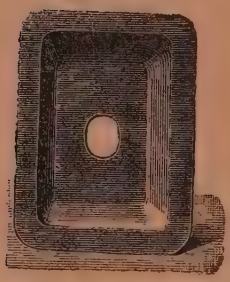
З одного боку горна робиться стінка з цегли, а до неї приробляється витяжний залізний клубук для відводу димових газів.

На фіг. 32б показано цілковите будування ковальського горна залізної конструкції на двоє жежлів з залізним коритом для води посередині.



Паливом, що найбільш вживається, є у ковальстві осібний сорт вугілля, що набув назви ковальського вугілля.

На колір таке вугілля дуже чорне, та особлива його відзнака в тому, що, згоряючи, воно не розкидається, а утворює міцну шкоринку — так звану шапинку, що під нею скупчується найбільший жар.



Фіг. 33

Крім ковальського вугілля, в горнах уживається також і кокусу, який хоч і не утворює шкоринки, але зате дає дуже сильний жар та містить в собі менше шкідливих домішок (головним чином сірки), ніж ковальське вугілля. До хиб кокусу слід віднести те, що він легко розкидається, як на нього дути, та легко тухне.

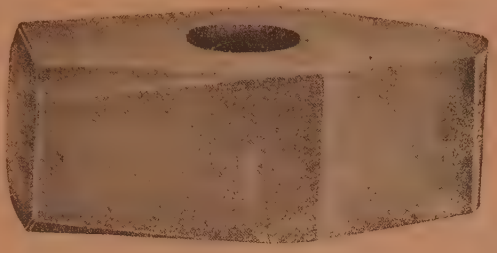
Крім цих двох сортів палива, як горюче вживається ще деревне вугілля, головно твердих сортів.

Хоч жар воно дає й менший за ковальське вугілля та кокус, але не має сірки, і тому досить часто вживається, як кують дрібні сталеві вироби, а також як гартують струмент.

§ 27. Справилля, що вживається в ковальстві, поділяють на *активне й пасивне.*

Призначення активного справилля в тому, щоб ударами надати оброблюваній сталі потрібної форми, а роля пасивного справилля — підтримувати або захоплювати частини, що їх кують.

До *активного справилля* належать: вершлаг та великий молот, що зветься биряком, малі молотки або однoруки, гладилки, осадки, отискачі, зубила, пробивачі та штампи.



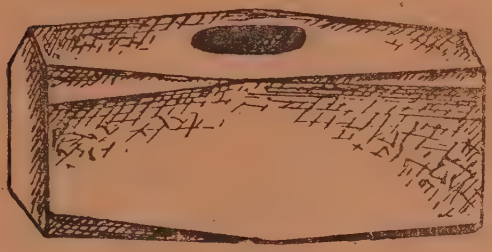
Фіг. 34

До пасивного *справилля* належать: ковадла, кліщі, кочерги, лопатки та піки.

Бияк (фіг. 34) — це головне справилля, як робляться поковки. Ним молотобоєць сильно б'є або безпосередньо метал, або через допомічне справилля, що його коваль тримає в руках.

Вага молота, залежно від сили молотобійця, коливається між 13 та 20 фунтами.

Робиться молот з м'якої стали, а до неї приварюється робоча поверхня, що зроблена з твердішої стали.



Фіг. 35

Ці робочі поверхні розташовано на передній та задній частинах молота, і вони звуться *бойка* та *задка*.

Бойка має пласку та широку поверхню, задка — вузьку та закруглену поверхню.

Вершлагом зветься бияк з двома боками та без задка. Поверхня бойків не пласка, а злегка закруглена (фіг. 35).

Вага вершлага доходить до 25 фунтів.

Однoруком зветься малий молот, вагою не більший за 5 фунтів. Зроблений він так само, як і бияк.

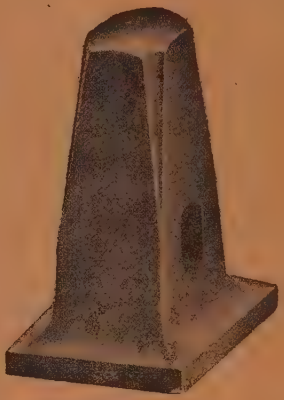
Безпосередньо однoруком роблять тоді, коли поковки не дуже важкі.

Головним чином однoрука вживає коваль, щоб показувати молотобійцеві місце, що по ньому слід ударити биряком.

Як поковки більші, роблять одночасно два або три молотобійці, і тоді коваль своїм однорук ом не тільки показує місце обробки, але й керує темпом самої роботи.

Гладилки та *осадки* мають вигляд молотка, що його один бік має пласку, рівну робочу поверхню, а другий бік (надовбень) приймає удари бойового молота (фіг. 37 — гладилка, фіг. 36 — осадка).

Фіг. 36



Фіг. 37

Держално гладилки робиться дерев'яне або залізне, при чому, щоб уникнути передачі руці вдарів молота, його насаджують вільно або роблять пружинуватим з залізного прута.

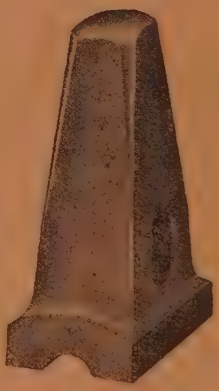
Вживаються гладилки для надання поверхні рівного вигляду та для инших робіт, де треба зробити гострі кути без закруглень.

Обтискачами звуться гладилки, якими роблять рівні округлі поверхні (фіг. 38 та 39).

Обтискачі можуть бути опуклі та угнуті.

Держалном, як і в гладилках, служить гнучкий залізний прут.

Коли доводиться вигладжувати віблову поверхню, наприклад, стрижень прогонича, який-небудь валок або прут, то, щоб прискорити роботу, одночасно вживається ще й другого обтискача, що зветься *спідком* (фіг. 40); він своєю хвостовою частиною вставляється в дірку ковадла.



Фіг. 38

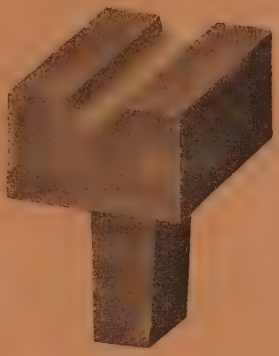
Фіг. 39

Робота при цьому ведеться так: річ, що її вигладжують, кладеться на спідок, і він вирівнює спідню частину речи,

яку оброблюють, тимчасом обтискач вирівнює верхню частину речи.

Кілька спідків різних форм та розмірів, з'єднані докупи, утворюють *ковальську форму*.

Форма має вигляд товстої плити, що на її бічних поверхнях є по кілька рівчачків різних розмірів та виглядів, та кілька дірок різного профілю (фіг. 42).



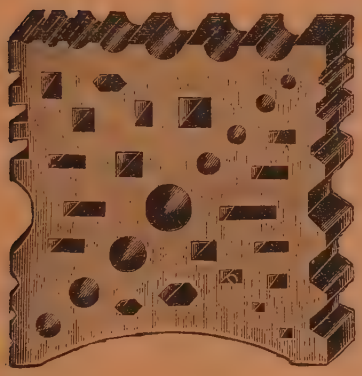
Фіг. 40

Фіг. 41

Ковальські зубила являють собою струмент, що ним вирубують або розрубують метал.

Робоча поверхня зубила (фіг. 53 та 54) має вигляд загостреного клинця з горизонтальним або похилим лезом.

Держално зубила робиться з гнучкого залізного дроту. Зубила бувають холодні та гарячі.



Фіг. 42

Фіг. 43

Перші потрібні, щоб розрубувати холодний метал, та мають кут леза тупіший, других вживається підчас робіт з гарячим металом, і мають вони лезо гостріше.

Підсічкою зветься зубило з хвостом, що ним воно вставляється в дірку ковадла (фіг. 43).

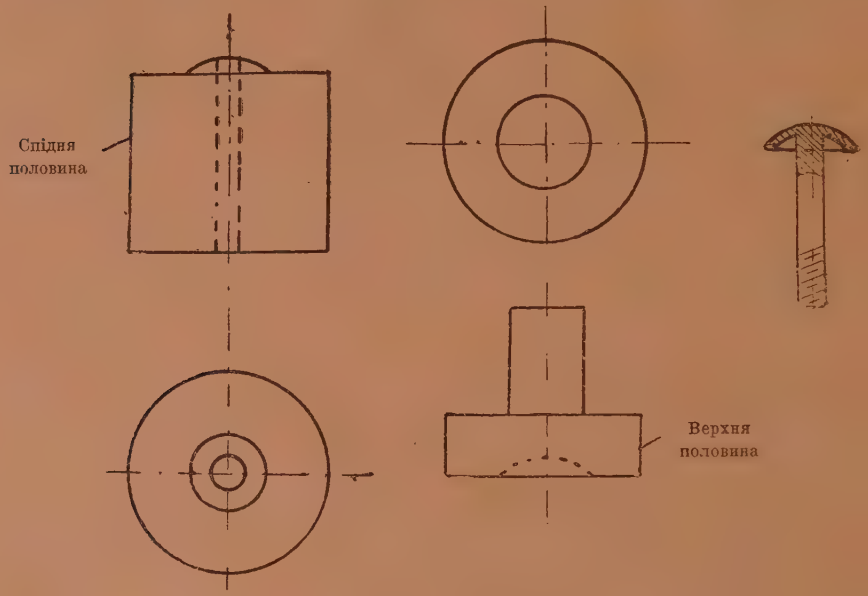
Підсічок вживається разом з зубилом, щоб прискорити розрубування металів.

Пробивачів, або борідок (фіг. 47), вживається для пробивання дірок у гарячому металі; мають вони злегка конічну форму, щоб легше витягати їх з металу. Коли треба мати дірку віблової форми, то в пробиту перед тим пробивачем

кінчну дірку вганяють ударами молота *оправку*, що являє собою пробивач віблової форми. У тих випадках, коли треба викувати багато однакових речей, уживається ковальських *штамп*, що їхні робочі поверхні мають вигляд та розміри речей, які треба відкувати.

Штампа звичайно робиться з двох частин: верхньої та спідньої (фіг. 44).

Спідня частина залишається нерухома, а верхня частина підчас ручних робіт накладається на спідню або підчас



Фіг. 44

механічної роботи на молотах та давилах може бути прикріплена до бойка молота або шпінделя давила та разом з ним рухається.

За допомогою штампи виробляються такі речі, як нюти, прогоничі, перстини, гаки, бринталі та інші речі масового виробництва.

Штамп вживається також і підчас поковок різаків на заводах та в великих майстернях.

Підчас роботи на штампах (штампування) гарячий метал накладається на спідню частину штампи та прикривається горішньою частиною штампи, що по ній б'ють молотом.

Метал при цьому заповнює всі вложовини у формі та набуває потрібного вигляду та розмірів.

Здебільшого штампування провадиться за два та більше разів, бо для нього треба дуже великого зусилля, яке можна зменшити, провадячи роботу не зразу, а розділяючи її на декілька разів (на декілька операцій).

Фіг. 45

До штамп належать також *цвяхарні* (фіг. 46), що їх призначено для відковки головок у прогоничів. У дірку цвяхарні всувають нагрітий залізний прогонич, по його сторцю б'ють, він осідає та заповнює порожнечу, утворюючи голівку прогонича.

Для великих поковок, що їх не можна викувати руками, вживають парових або повітряних (пневматичних) молотів, а також ковальських давил. Будова та спосіб роботи цих знарядців виробництва розглядається в спеціяльному курсі заводських варстатів. Обпірка, що на ній кладуть поковку, зветься *ковадлом*.

Фіг. 46

Фіг. 47

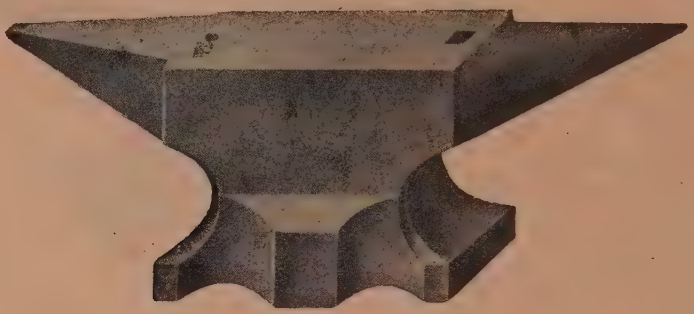
Через те, що ковадлові доводиться зазнавати сильних струсів, як б'ють молотом, то конструкція його має бути досить дебела, масивна, а укріплювати його треба надійно та солідно.

Вага ковадла коливається в межах од 3 до 15 пудів, залежно від величини поковки, а матеріялом для ковадел здебільшого йде залізо, потім сталь і рідше — чавун.

Щоб надати поверхні залізного ковадла потрібної твердости, горішню частину ковадла, що зветься лицем, наварюють сталлю та дуже загартовують.

Лице ковадла має бути чисте та рівне, а твердість — такою, щоб підчас сильних ударів сталевим однорукомне було помітно жодних слідів.

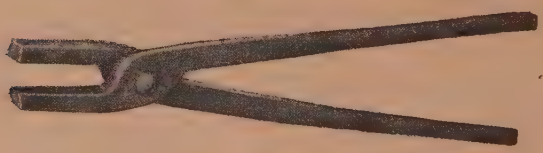
Ковадло вкріплюється на стільці, що робиться з товстої дерев'яної колоди, закопаної на аршин у землю.



Фіг. 48

Ковадла, що вилиті з чавуну, вважають за гірші, бо вони служать недовго, але завдяки своїй дешевості їх все-таки вживають для дрібних та середніх поковок.

Звичайне англійське ковадло (фіг. 45), крім лиця, ще має ріг конечної форми, що на ньому провадяться роботи з криволінійними поверхнями, як, наприклад, виготовлення каблучок, коротких труб то-що.



Фіг. 49

Боки ковадла утворюють з лицем (або, як ще його звуть, *наличником*) прямі кути та служать для вигинання речей під прямим кутом.

Основина ковадла до низу поширена й за допомогою бринталів прибивається до стільця, при чому основина внизу має дірку, що в неї входить залізний стрижень, вбитий у стілець, який перешкоджає ковадлові сповзати із стільця.

Біля основини рога ковадло має наскрізну дірку, куди вставляють хвости підсічок, сподів і т. ин., щоб держати ці струменти на місці.

Ковальські кліщі бувають різної форми та величини, залежно від роду та величини поковок (фіг. 49, 50 та 51).

Кліщі служать, щоб захоплювати нагрітий у горні кусок металу та держати й повертати його підчас кування.

Кліщі всіх конструкцій робиться з двох залізних прутів, з'єднаних докупи за допомогою петника, що кругом нього вони можуть повертатися.

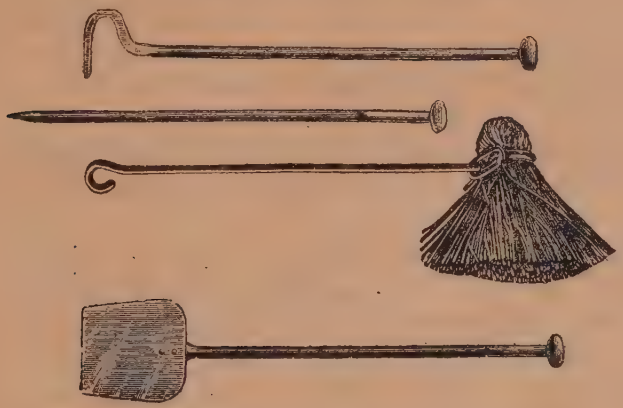
Фіг. 50

Петник міститься ближче до одного краю прутів, при чому короткі краї (губки) служать щоб брати річ та мають різноманітну форму, залежно від вигляду поковки.

Фіг. 51

Залежно від роду губок кліщі бувають: пласкі, напівкруглі, каблучкові, вилкуваті та косі.

Кліщі для великих поковок мають каблучки, що їх надівають на держална й що служать для сильного стискання поковки в тому випадку, коли сили людської руки



Фіг. 52

для цього замало. Щоб натискати в такий спосіб, каблучку однoруком нагоняють на держално, і вона держиться на ньому силою тертя.

Решта пасивного справилля, а саме: кочерги, піки та лопати (фіг. 52), служать для догляду за горном, при чому

кочергою розгрібають вугілля, пікою пробивають шапку, а лопатами кидають вугілля в гніздо горна.

§ 28. Всі ковальські роботи, навіть найскладніші, можна розглядати як з'єднання декількох різно комбінованих основних процесів.

До цих основних процесів належать: розрубування, пробивання дірок, вигинання, витягування та висаджування.

Розрубування матеріялу провадять зубилом, що має форму широкого ножа з прямим або із скісним лезом, при чому, коли розрубують нагрітий матеріял, вживають *гарячих зубил* (фіг. 53) з гострішим кутом різання; а як розрубують холодний матеріял, то вживають *холодних зубил* (фіг. 54) з тупішим лезом.

Фіг. 53

Фіг. 54

Фіг. 55

Для прискорення та полегшення розрубування вживають *підсічок* (фіг. 43), вставляючи їх хвостовою частиною в дірку ковадла.

Матеріял, що його треба розрубати, кладуть на лезо підсічки і, роблячи одночасно зубилом і підсічкою, швидше його розрубують.

Звичайно не розрубують до самого кінця, щоб не викришити леза зубила або підсічки, а надрубаний метал, б'ючи однорук, розламують у місці розрубування.

Наскрізні та ненаскрізні дірки *пробивають* пробивачами або борідками (фіг. 47).

Підчас пробивання треба обпирати річ в каблучку, щоб дати вихід матеріялові, що його витискає пробивач; при цьому каблучка має бути трохи вища за довжину дірки, що її пробивають.

Щоб пробити віблову дірку за допомогою конічного пробивача, треба річ, що пробита з одного боку, перевернути та в протилежний край дірки знову заганяти пробивача.

Але в такий спосіб не можна зробити дірки правильної віблової форми, і через це вживають для цього оправки (фіг. 55), що про неї вже згадувалося вище.

Уся робота пробивання дірок має провадитися швидко, щоб матеріял не встиг охолонути, а пробивач нагрітися, бо

в противному разі дуже трудно вибити з дірки пробивач, що в ній застряв.

Вигинання нагрітого металу провадиться на ребрі ковадла вдарами однорука, якщо кусок невеликий, а щоб кусок, який вигинають, держався на місці, його притискають до ковадла бияком.

Вигинати цим способом можна під усяким кутом, але зовнішня частина кута виходить не гостра, а закруглена.

Щоб зробити гостре зовнішнє ребро кута, *висаджують* метал на тому місці, де його гадають вигнути.

Висаджування металу провадять, сильно б'ючи молотком по сторцеві куска, що його обперто в ковадло, при чому в горні нагрівається тільки те місце, яке треба висадити.

Іноді буває досить бити сторцем речі по ковадлу без допомоги однорука.

Від сильних ударів метал у місці нагрівання товщає, а сама смуга металу коротшає.

Висаджена частина має неправильну форму, і, щоб надати їй того або иншого вигляду, її вирівнюють гладилками та обтискачами.

Підчас вигинання висадженої смуги її внутрішній кут виходить досить гострий, завдяки чинності ребра ковадла, а зовнішній кут вирівнюється гладилкою коштом лишку матеріялу, що утворився підчас висаджування.

Гладилкою вирівнюється також і внутрішній кут, коли буває потрібна особлива чистота та гострість ребра.

Витягування металу являє собою спосіб протилежний висаджуванню і має на меті здовжити смугу металу, при чому товщина смуги зменшується.

Кусок металу, що його треба витягти, перед тим нагрівають у горні, потім кладуть його на ковадло і б'ють по ньому сильно та швидко, ввесь час повертаючи кусок з ребра на ребро.

Для прискорення роботи часто б'ють не бойком молота, а його задком, і нерівну поверхню, що при цьому утворилась, потім вигладжують.

Іноді треба витягти тільки одну частину куска, не займаючи иншої.

Щоб при цьому зробити правильний перехід од одної частини до иншої, спочатку витягують перехідну частину задком молота або однорука, а потім уже надають йому остаточної форми гладилкою.

Міра нагрівання, що за неї має провадитись поковка, залежить від роду матеріялу та від якости й величини поковки.

Для заліза звичайно мірою нагрівання підчас поковки служить так звана білорозпікальна температура (1200°).

Для сталі ця температура значно нижча й не повинна перевищувати 800° для твердих сортів.

Якщо поковку доводиться довго держати в огні, то, щоб охоронити її від шкідливого впливу повітря (од так званого вигоряння), поверхню металу посипають піском; пісок, розтоплюючись, утворює вкупі з залізиною (окисом заліза) рідкий шлак, що захищає метал од стикання з повітрям.

Взагалі ж підчас нагрівання сталі в ковальських горнах треба додержувати всіх тих правил обережности, що про них уже була мова в розділі другому.

РОЗДІЛ ШОСТИЙ

§ 29. У попередніх розділах ми ознайомилися з основними способами теплової обробки стали та струменту. У дальшому нам треба ознайомитися з усією тією численністю типів струменту, приладів та пристосовань, що найчастіш їх уживають у струментарстві.

Перш за все треба здати собі ясно та певно справу про те, що, власно кажучи, слід розуміти під словами „струмент", „прилад" та „пристосування", і в дальшому вже не плутати цих понять, звучи пристосування струментом і навпаки.

Таке плутання понять буває скрізь та всюди, при чому, крім того, плутають назви самого струменту, що спричинюється лише до зайвих труднощів та непорозумінь. Всі частини устаткування заводу, що безпосередньо стосуються до виробництва, мають загальну назву *знаряддів виробництва.*

Залежно від призначення, ці знаряддя виробництва можна поділити на п'ять клас, а саме:

1) знаряддя, що перетворюють водяну, теплову та електричну енергію на енергію двигунову та звуться *двигунами* або *моторами*;

2) знаряддя, що надають струментові та речі, яку обробляють, певних рухів для тої або иншої обробки речи і що звуться *варстатами*;

3) знаряддя, що передають рух від мотора до варстату і що звуться *пристроями*;

4) знаряддя, що служать для пересовування оброблюваних речей (цеб-то речей виробництва) на призначене місце і що звуться *підоймами*;

5) знаряддя, що беруть безпосередню участь у робочому процесі обробки і що звуться *струментом, пристосованням* або *приладом*.

Знаряддя останньої класи носять загальну назву *знарядів виробництва*, та кожне з них має своє спеціяльне призначення, що від нього вони й мають свою назву.

Знаряддя обробки можуть бути *прості* та *складні*, себто вони складаються з одної частини (або, як ми будемо звати, тіла) або з сукупности декількох частин (системи тіл).

Знаряддя обробки, як уже зазначено вище, поділяються на струмент, пристосування та приладдя, що різняться між собою такими ознаками.

Струментом зветься знаряддя обробки, що безпосередньо стикається з місцем обробки речи та змінює його форму або вигляд.

Пристосованням зветься знаряддя обробки, що стикається або з оброблюваною річчю, або з самим струментом, в якому хоч місці, за *винятком місця обробки;* воно не змінює форми або вигляду оброблюваної речи, але є допомічна частина струменту або варстату в робочому процесі обробки.

Приладом зветься знаряддя обробки, що служить для визначання вигляду, форми, розміру, стану та складу речи, яку обробляють.

Залежно від характеру робочого процесу, струмент можна поділити на типи: струмент *різальний, ударний, давильний.*

Ударний струмент почасти розглянуто в п'ятому розділі, в звязку з кувальним процесом. У дальшому будуть розглянуті додатково зразки ударного струменту в звязку із струментом, що вживається в слюсарстві.

Давильний струмент що-раз більш витискується з виробництва удосконаленішими формами робочого процесу та поступовно зникає, замінюючись штампуванням у холодному або гарячому вигляді.

Уживається цього струмента в *давильній справі* для виконання різних робіт з тонкого аркушевого матеріялу на спеціяльних токарських (давильних) варстатах.

Речі, що їх готують, мають вигляд тіла повертання, що його роблять за допомогою спеціяльної форми, яка виточена з дерева та насаджена на шпіндель варстату.

Різноманітним струментом, що має назву „*давильників*", матеріял натискується до такої форми та, завдяки швидкому повертанню та тискові, витворює точно вигляд та характер форми.

§ 30. Не спиняючись детальніш на цьому струменті, перейдімо до вивчання різального струменту.

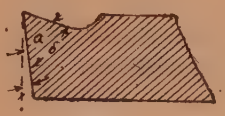
Сама назва цього струменту промовляє за те, що робочим процесом тут є *різання* металу. Характером, що відзначає різання, різальний струмент ділиться на сім клас:

1) токарський (стругальний та довбальний),
2) свердлильний,
3) той, що розвірчує,
4) різьбарський,
5) фрезувальний,
6) рубальний,
7) той, що обпилює.

До першої класи належать *різаки*.

Другу класу становлять *свердла*, *розсвердлювачі*, *конічні розвертки* та *роззенковки*.

Фіг. 56



Фіг. 57

До третьої класи належать усі види *розверток*.

Четверту класу становлять *мутрорізи* та *платівки*.

До п'ятої класи належать усі вигляди *фрез*.

До шостої класи належать *зубила*.

Сьома класа складається з усіх видів *терпугів*.

Представник першої класи — різак — являє собою призматичний кусок струментової сталі (фіг. 56); один край куска загострений і служить для відділяння стружки від оброблюваної речи, а другий край — тупий і призначається для закріпляння різака в держакові подавача токарського, стругального або довбального варстату. Гострий край різака має форму клина, що його ребро *АБ* зветься *різальною крайкою*.

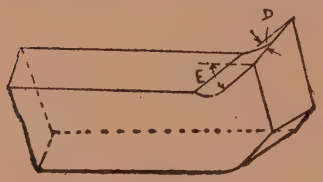
Якщо розрізати тіло різака по площині, перпендикулярній до різальної крайки (фіг. 57), то матимемо дійсне зображення різального краю різака.

Кут *а* зветься *кутом різання*, кут *б* — *кутом загострення*, а кут *в* — *кутом лаштунку*.

На фіг. 59 показано, як відокремлюється стружка підчас різання металів. Хоч різак і має форму клина, але чинність різака значно відрізняється від чинности клина.

Клин, проходячи в яке-небудь тіло, тисне на це тіло обома своїми боками та примушує його розколюватись на дві частини.

Різак діє тільки одним боком, а своєю передньою поверхнею впирається в шар металу, що він його відокремлює; а задня його поверхня не стикається, та й не повинна стикатися, з металом, що його обробляють.

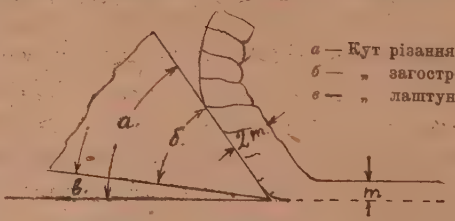


Фіг. 58

Через це чинність різака підчас різання металів має розглядатися, як відривання частини металу від решти його маси.

Частина металу, що відірвана різаком, зветься *стружкою;* стружка тисне на передню поверхню різака і, зустрічаючи, з одного боку, опір у своєму рухові через тертя об цю поверхню, а з другого боку, зазнаючи тиску нової частини відокремленої стружки, що набігає, починає стискатися (зминається), при чому товщина стружки збільшується майже вдвоє за товщину (глибину) шару металу, що його знімає різак.

Це явище збільшення товщини стружки зветься *осіданням.* Величина осідання залежить від якости матеріялу, що його обробляють. Що твердіший та крихкіший метал, то осідання менше.



Фіг. 59

Зминання металу підчас його осідання супроводиться обопільним переміщенням часток металу, що, як кажуть, „тече"; він тече деякий час і після того, як стружка вже зійшла з передньої поверхні різака, в наслідок чого стружка ділиться на ряд окремих елементів, при чому що твердіший метал, то менший розмір цих елементів.

У крихких металах (чавун та бронза) ці елементи відламуються, і стружка відокремлюється у вигляді шматочків; а в чіпких металах стружка йде у вигляді спіралі.

Кут лаштунку має на меті охоронити задню поверхню різака від стикання з металом, що його обробляють, та уникнути таким чином їхнього обопільного тертя.

Величина його коливається між 6° та 12°, залежно від точности виготовлення різака.

У різака, загостреного на автоматичному гострильному варстаті, кут лаштунку робиться 6°; для різака з ручним загострюванням цей кут може бути між 9° та 12°.

У прямій залежності від величини кута лаштунку перебуває кут загострення, а саме: що більший кут лаштунку, то менший кут загострення (при чому кут різання той самий).

Хоча з побільшенням кута лаштунку різакові легше вдавлюватися в матеріял, але, з иншого боку, при цьому виходить зменшений кут загострення, від чого може викришитися різальна крайка.

Тому більш або менш значного відхиляння від вищезазначених величин кутів лаштунку не повинно бути, бо воно спричинюється або до погіршення різальної здібности різака, або до зменшення його дебелости.

Кут загострення для металів різної твердости береться підчас грубої обдиральної роботи в межах від 61° до 90°, при чому кут загострення дорівнює:

для найтвердішого чавуну	86° — 90°
для найтвердішої стали	74°
для твердої стали та чавуну	68°
для середньої та м'якої стали . . .	61°

Кут загострення утворюється, як гострять різак на карборундовому камені по двох площинах, що з них одна проходить через вісь різака та утворює з горизонтом кут *D*; друга проходить через горизонтальну пряму, перпендикулярно до оси різака, та утворює з горизонтом кут *E*. Кут *D* зветься *кутом поперечного нахилу*, а кут *E* — *кутом завалу різака* (фіг. 58). З комбінації цих двох кутів й утворюється кут загострення.

Кут поперечного нахилу має велике значіння для правильної роботи різака, бо сприяє оструж̀ці відходити в бік та зменшує відштовхування різака на бік.

Передня поверхня різака, що утворює цей кут, має бути пласка в різаків, призначених для обробки чавуну, найтвердішої стали та бронзи, бо оструж̀ка з цих металів, як уже сказано, не звивається, а сходить окремими шматочками.

Коли ріжуть м'які та чіпкі метали, то ця поверхня має бути угнута, і кривина цієї угнутости має відповідати

кривині стружки, щоб зменшити тертя стружки об цю поверхню та нагрівання різака, яке звязано з цим.

Що м'якший матеріял, то угнутість передньої поверхні різака має бути більша, бо як матеріял м'який, то площа стикання стружки з цією поверхнею значно збільшується.

Якщо збільшується угнутість, збільшується кут поперечного нахилу, а значить, зменшується кут загострення.

Підчас обробки бронзи, твердого чавуну, дельта-металу та инших крихких металів, кут поперечного нахилу дуже малий або навіть дорівнює нулю. Відповідно до цього загострення збільшується до 85° — 90°.

Підчас обробки міди кут поперечного нахилу збільшується до 25° — 30°, тимчасом кут загострення 51° — 56°.

Правильність підібраного кута поперечного нахилу та взагалі правильність гостріння різака визначає характер сходу стружки, що повинна мати вигляд безперервної спіралі (зливна стружка) та не заважати токареві в його роботі, відходячи в бік, протилежний рухові, різака, і не засмічуючи різака та подавача.

Кут завалу зменшує відштовхування між різаком та річчю, що її обробляють.

Даний кут загострення можна мати всякою комбінацією різних кутів поперечного нахилу та завалу, але дуже великий кут завалу дає гострий кут загострення, від чого може викришитися різальна крайка різака.

За досвідами Тейлора, найкращий результат був для різаків з закругленою крайкою за таких кутів:

для кута загострення 61°	кут поперечного нахилу	22°
	„ завалу	8°
для кута загострення 68°	кут поперечного нахилу	14°
	„ завалу	8°
для кута загострення 74°	кут поперечного нахилу	9°
	„ завалу	5°

§ 31. У нас у Росії загальновживаним є тип обдирального різака з прямолінійною різальною крайкою.

Така форма різальної крайки в деяких випадках спричинює тремтіння різака, що впливає на чистоту обробки.

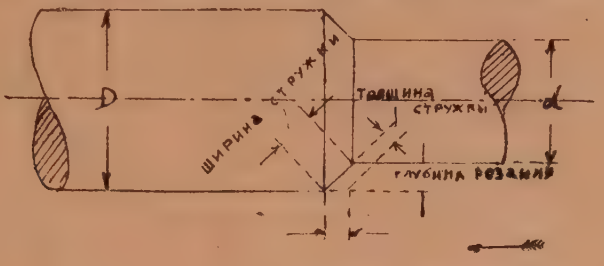
Це видко з дальшого розгляду характеру роботи різака з такою різальною крайкою.

У процесі різання можна спостерігати два головні моменти: перший момент — коли різак удавлюється в матеріял,

та другий момент — коли стружка відокремлюється від різака.

Перший момент відповідає максимальному тискові стружки на різак, другий — мінімальному.

Завдяки однаковій товщині стружки в усіх її перекроях (фіг. 60), ці періодичні зміни тиску стружки на різак постають для всіх точок різальної крайки одночасно, і різак



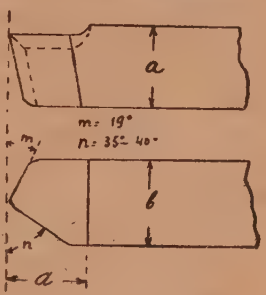
Фіг. 60

через це, якщо ці коливання досить сильні, починає тремтіти, що впливає на якість його роботи.

Щоб уникнути тремтіння різака, треба надавати різальній крайці обдирального різака закругленої форми.

На фіг. 62 показано характер відокремлення стружки різаком з закругленою різальною крайкою.

Підчас роботи з таким різаком товщина стружки виходить різна для різних перекроїв стружки, і тому хитальні рухи, що про них згадувалося вище, бувають для різних точок різальної крайки в різний час, що усуває або значно зменшує небезпеку тремтіння.



Фіг. 61

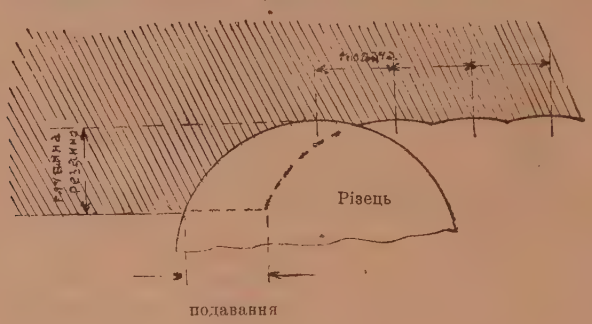
Крім того, як видно з фіг. 62, та частина різальної крайки, що обробляє поверхню, знімає стружку найтоншу, і через це найменш затупляється та зношується, чого нема в різаках з прямолінійною різальною крайкою.

Щоб використати цю перевагу й у різаках з прямолінійною різальною крайкою, гострі кути крайки закруглюють, що значно поліпшує роботу різака.

Різак з прямолінійною різальною крайкою, що затупився, гострять на плоскостях завалу та поперечного нахилу, що зменшує товщину тіла різака і, значить, його дебелість.

Американський тип обдирального різака (фіг. 63) з трішки піднятим носом дозволяє збільшити число загострювань, не зменшуючи товщини тіла різака.

Але для таких різаків треба збільшеної вишини центрів токарського варстату, і тому їх для наших звичайних варстатів европейського типу вживати не можна.

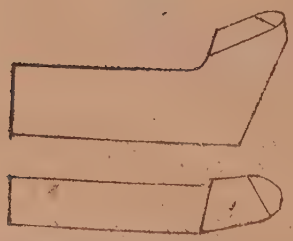


Фіг. 62

Раціональний тип обдирального різака з прямолінійною різальною крайкою показано на фіг. 61.

Загалом, кути загострення такого різака мало відрізняються від кутів, що їх пропонує Тейлор, а саме:

для найтвердішого чавуну	85° — 90°
для чавуну та твердої стали	66° — 75°
для заліза та м'якої стали	54° — 68°



Фіг. 63

Що твердіший та крихкіший метал, то кут загострення береться більший.

Розміри *а* та *в* поперечного перекрою різака залежать від розмірів стали, що її випускають заводи.

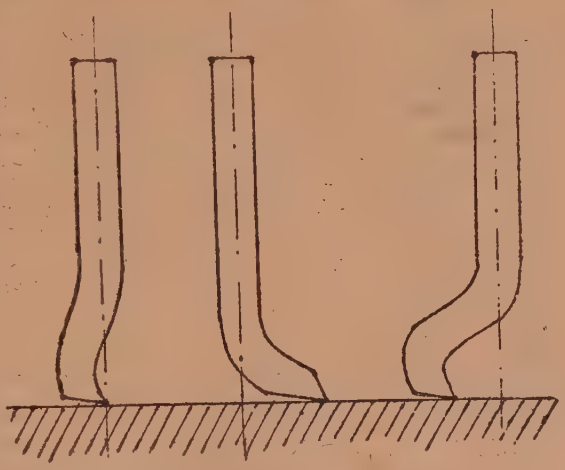
Тейлор радить надавати перекроєві різака розміри $a = 1{,}5\ в$.

Струганьні різаки відрізняються від токарських різаків тільки формою свого носа. Для правильної роботи стругального різака треба, щоб його різальна крайка проходила через вісь різака.

Якщо ж різальна крайка висуватиметься наперед, то тиском оструж ки різак одгинатиметься назад, різальна крайка буде вдавлюватись у матеріял, і різак буде, як кажуть, „заїдати" (фіг. 64).

Якщо різальна крайка буде ззаду осі різака, то підчас одгинання, через тиск на нього стружки, різак відходитиме від матеріялу та різатиме.

Довбальні різаки відрізняються від стругальних характером своєї роботи; вони рухаються не горизонтально, як стругальні, а вертикально, і тому мають відповідну форму (фіг. 66).

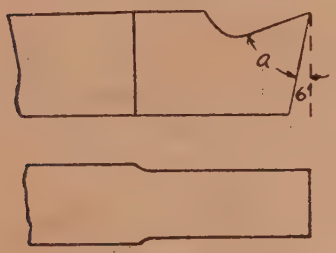


Фіг. 64

У протилежність токарським та стругальним різакам, які підчас своєї роботи зазнають зусиль, що скеровані перпендикулярно або під кутом до осі тіла різака та під впливом цих зусиль вигинаються, на довбальні різаки зусилля підчас різання діють вподовж осі тіла різака та стискають його.

Через це такий різак легко пружинить та відхиляється від належного напрямку.

Коли ж замість довбального різака взяти держак із вставленим різаком, як на фіг. 67, то зусилля впливатимуть на різак перпендикулярно до його осі; значить, умови, в яких він робитиме, будуть однакові з роботою стругального різака, і пружинення буде усунуте завдяки більшій твердості масивного держака.



Фіг. 65

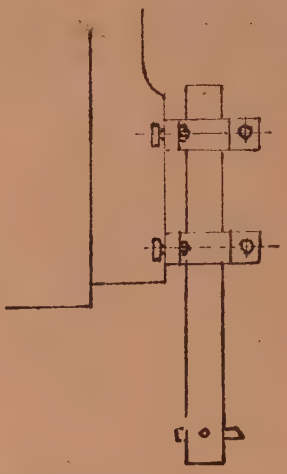
Підчас грубого обдирання так стругальний, як і довбальний різаки робляться з закругленою різальною крайкою.

Для остаточної обробки виробу та взагалі для легшої токарської роботи вживають *чистових різаків* (фіг. 65).

Такими різаками доводиться знімати невеличкі стружки, і після себе вони не повинні залишати слідів, тому їх

різальна крайка робиться прямолінійна, а кут загострення береться в межах 61° — 74°, залежно від твердости матеріялу.

Фіг. 66

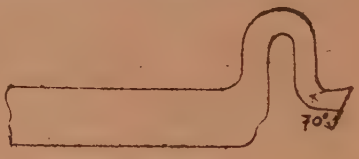


Фіг. 67

Для дуже чистої роботи вживають *пружинових різаків* (фіг. 68); вони мають тонку пружинувату вигнуту шийку, що охороняє різак від заїдання та швидкого затуплення.

Для точіння дірок уживають *точильного* або *внутрішнього* різака (фіг. 69); він відрізняється від звичайного токарського різака тим, що його тіло робиться круглим та такого перекрою, щоб різак всунути в дірку. Для нарізування шрубової різьби вживається *різьбарського різака*, що його різальній крайці надають точної форми нарізуваної різьби.

Коли треба нарізати трикутну нарізку, то різакові надають форму, що показана на фіг. 70.

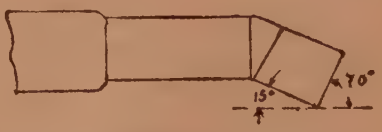


Фіг. 68

Він власно являє собою токарський різак, що його різальна частина загострена відповідно до профіля трикутної нарізки одної з систем.

Такий різак робить нарізку з гострими кутами, що їх потім злегка спилюють терпугом.

Якщо треба нарізати точну трикутну різьбу з закругленими краями, то, з огляду на те, що трудно зробити відповідний різак, вживають *гребінок* (фіг. 74), що теж нарізаються спеціяльними фрезами.

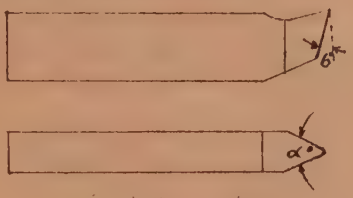


Фіг. 69

Кут загострення: для м'якої та твердої сталі — 61°, для чавуну та твердої сталі — 70°

Проте такі гребінки можуть служити тільки певний час, поки затупляться, а загострювати знов їх не можна.

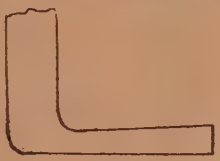
Удосконаленіші гребінки показано на фіг. 75 та 76. Завдяки тому, що в цих гребінках нарізку зроблено прямолінійну, вони можуть служити дуже довго, бо їх можна багато разів загострювати.



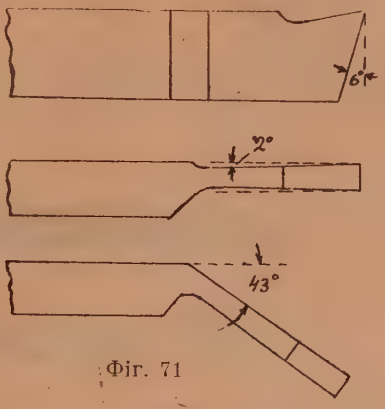
Різь Витворта $\alpha = 55^0$
„ Селлерса $\alpha = 60^0$

Фіг. 70

Замість одного різака для нарізання різьби можна вживати спеціяльної витки (перстини), що укріплена на осібному приладі (фіг. 77).

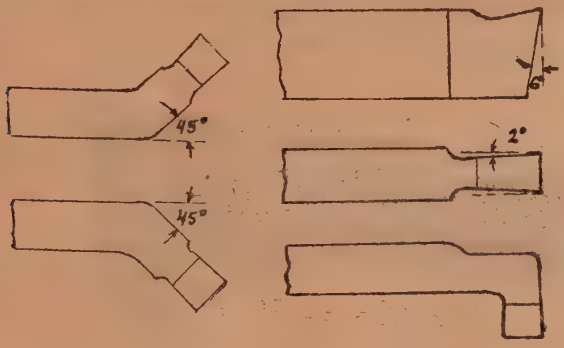


Витка має кілька зубців, що мають профілі тої нарізки, яку треба зробити.



Фіг. 71

Кожний зубець робить тільки на одному проході, а потім витка повертається кругом своєї осі на дальший зубець. Повний профіль потрібної нарізки є тільки в останнього зубця, а всі зубці, що були попереду, де-далі дужче притуплено.



Фіг. 72

Прилад дуже зручний, але нарізка виходить гостра, як і підчас різання одним різаком.

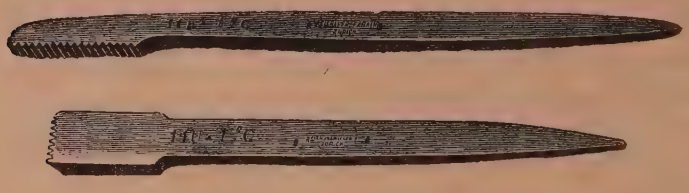
Для нарізання квадратової, прямокутної та трапеційної різьби вживається різаків, що мають форму підрізних різаків. Проте, тому що кут піднімання нарізки иноді доходить до 45° та більше, слід подбати за те, щоб різак не зачіпав бічних боків нарізки.

Для цього лезо різака ставиться схило під кутом піднімання, як показано на фіг. 78, при чому ширина різальної крайки *ав* має бути більша за ширину низу *cd*, щоб остання не зачіпала бокової поверхні різьби.

Фіг. 73

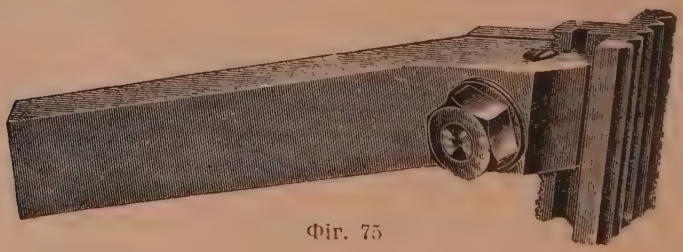
Для точного визначення кутів скошування різака вживають такого способу.

Визначають довжину кола нарізки по внутрішньому та зовнішньому діяметрові різьби та одержані величини відкладають у вигляді відрізків прямої *AB* та *CB* (фіг. 79). Потім у точці *B* ставлять перпендикуляр *BD*, рівний величині *S*



Фіг. 74

кроку нарізки. З'єднуючи точку *D* з точками *A* та *C*, одержують відрізки прямих *AD* та *AC*, відповідно рівні до довжини одного закрута, внутрішнього або зовнішнього.



Фіг. 75

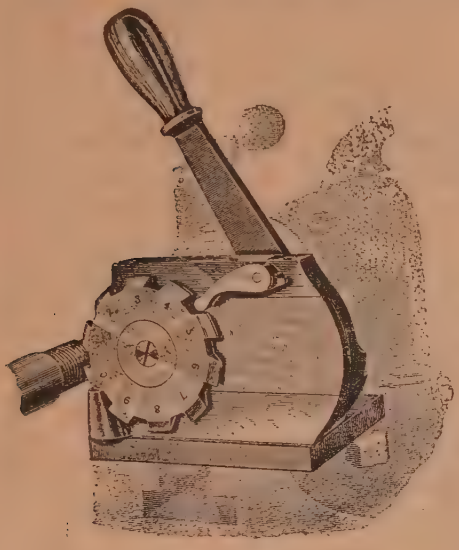
Тоді кут *a* буде кутом піднімання нарізки на зовнішньому діяметрі, а кут *B* — на внутрішньому діяметрі.

Накресливши обидва трикутники *ABD* та *CBD*, що утворились, так, як показано на фіг. 80, при чому лінія *MN*,

що є вісь закруту, повинна ділити пополам боки *AB* та *CD*, і відклавши відрізок *жк*, рівний проміжкові між двома нарізками, матимемо заштрихований на рисунку профіль різака, який вужчає донизу, паралельно лініям *AC* та *DF*.

Фіг. 76

Різак підрізний (фіг. 72) править для проточування каблучкових дірок і, щоб не заїдався, має поширений спереду ніс.



Фіг. 77

Різак відрізний (ф. 71) відрізняється від підрізного тільки довшим та вужчим носом та служить для відрізання та розрізання металу на частини.

Для обробки речей на поверхнях, що перпендикулярні до оси повертання, цеб-то на сторцях, уживають *сторцевих різаків* (фіг. 73).

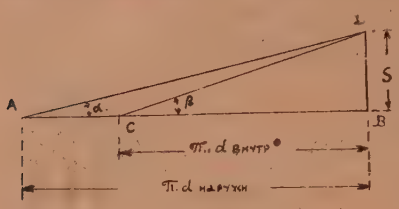
Фіг. 78

Підчас роботи на токарці різак закріплюється нерухомо на подавачі та може рухатися з останнім вздовж або впоперек оси речи, що її обробляють.

Пересування різака в міліметрах, що припадає на один оберт оброблюваної речи, зветься *подачею* подовжною або поперечною, залежно від того, як рухається різак — вздовж або впоперек оси речи.

Залежно від напрямку подовжної подачі, різак буває *правий* та *лівий*.

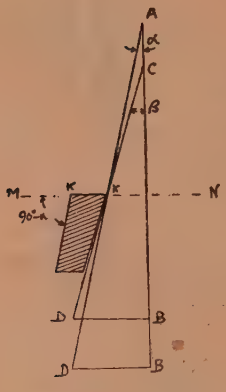
Підчас різання з правого боку на лівий уживається правого різака, що має різальне ребро ліворуч.



Фіг. 79

Підчас різання з лівого боку на правий уживається лівого різака, що має різальне ребро праворуч.

§ 32. Довжина, що її різальна крайка різака проходить підчас обточування за 1 хвилину, визначена в метрах, зветься *швидкістю різання.*

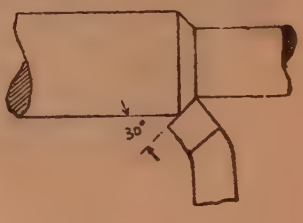


Фіг. 80

Швидкість різання залежить від якости оброблюваного металу та від якости й обробки стали, взятої для виготовлення різака.

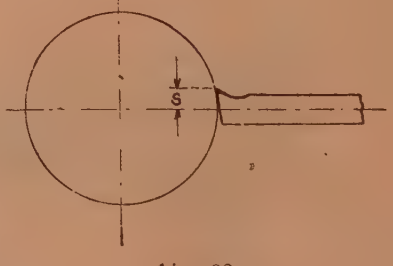
Що твердіший метал, то швидкість різання має бути менша, бо инакше різак дуже швидко затупиться.

З другого боку, що вища якість сталі різака, то швидше можна різати, не боячись надмірного зношування різака.



Фіг. 81

Підчас обдиральних робіт, охолоджуючи різак струмком води, що його безпосередньо спрямовано на різальну крайку (фіг. 87), можна збільшити швидкість різання на 15 — 40%.



Фіг. 82

Точне визначення швидкости різання, що її можна допустити для даної роботи, робиться за допомогою складних формул або спеціяльної рахівничої лінійки та в завдання нашого курсу не входить.

На практиці для визначення швидкости різання на хвилину в метрах можна користатися з дальших таблиць.

Уміщені в таблиці менші значіння швидкостей дано для твердого матеріялу, а вищі — для м'якого матеріялу.

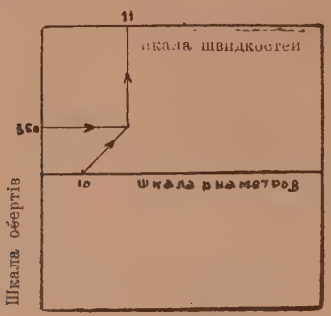
Таблиця 7

Матеріял речи, що її обробляють	Рід роботи	Звичайний різак		Швидкоріз. різак	
		Обточування	Свердління	Обточування	Свердління
Струментова сталь	Обдирання	4 — 6	6 — 8	6 — 9	7 — 11
	Проход.	5 — 7	7 — 9	7,5 — 10	8 — 12
	Зачищання	4 — 6	7 — 9	6 — 9	8 — 12
Сталевий відливок	Обдирання	5 — 9	7 — 11	9 — 15	9 — 17
	Проход.	6 — 10	8 — 12	10 — 16	10 — 18
	Зачищання	7 — 11	8 — 12	12 — 18	10 — 18
Хромово-ніклева сталь	Обдирання	6 — 7,5	8 — 9,5	9 — 11	9 — 12
	Проход.	6,5 — 8	8,5 — 10	10 — 12	10 — 13
	Зачищання	6 — 7,5	8,5 — 10	9 — 11	10 — 13
Осьова сталь та залізо	Обдирання	7 — 12	9 — 14	12 — 20	16 — 20
	Проход.	8 — 13	10 — 15	14 — 22	17 — 24
	Зачищання	6 — 10,5	10 — 15	10 — 18	17 — 24
Чавун	Обдирання	7 — 12	9 — 13	10 — 18	14 — 24
	Проход.	8 — 13	10 — 14	12 — 20	16 — 22
	Зачищання	10 — 15	10 — 14	15 — 23	16 — 22
Бронза	Обдирання	13 — 18	16 — 20	20 — 30	23 — 33
	Проход.	16 — 20	18 — 22	25 — 35	25 — 35
	Зачищання	16 — 20	18 — 22	25 — 35	25 — 35
Мосяж (латунь)	Обдирання	16 — 20	18 — 22	25 — 35	27 — 37
	Проход.	18 — 24	20 — 24	30 — 40	30 — 40
	Зачищання	18 — 24	20 — 24	30 — 40	30 — 40
Алюміній	Обдирання	35 — 45	35 — 45	60 — 75	60 — 75
	Проход.	40 — 50	40 — 50	70 — 85	70 — 85
	Зачищання	45 — 55	40 — 50	80 — 90	70 — 85

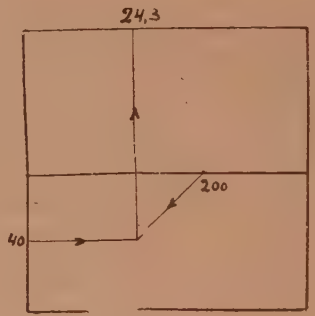
Таблиця 8

Матеріял речи, що її обробляють	Звичайний різак		Швидкорізальн. різак	
	Підрізання та розрізання	Нарізка різьби	Підрізання та розрізання	Нарізка різьби
Струментова сталь . .	3 — 5	2 — 4	5,5 — 7	3 — 5
Сталевий виливок . . .	4,5 — 6,5	2,5 — 4,5	7 — 13	3 — 5
Хромово-ніклева сталь	4,5 — 6,5	2 — 4	7 — 9	3 — 5
Осьова сталь та залізо .	6 — 10	3 — 5	9 — 16	4 — 6
Чавун	5,5 — 14	2,5 — 4,5	7 — 14,5	3 — 6
Бронза	10 — 17	6 — 8	17 — 25	7 — 10
Мосяж (латунь)	13,5 — 19	7 — 9	22 — 30	8 — 10

Таблиці дають тільки приблизні швидкості. У кожному окремому випадку треба зважати на якість матеріялу, якість різака та конструкцію варстату.



Фіг. 83



Фіг. 84

Швидкість різання залежить також від вибраної подачі та глибини різання (або, що те саме, ширини оструж ки), при чому від подачі залежить товщина оструж ки, а від глибини різання — ширина оструж ки. Корисніш брати ширшу оструж ку та меншу подачу, бо за того самого перекрою оструж ки швидкість різання то більша, що тонша оструж ка.

Підчас обточування різак треба влаштувати так, щоб його різальна крайка утворювала з віссю речи кут у 30° (фіг. 81) та піднімалась трохи над цією віссю (фіг. 82).

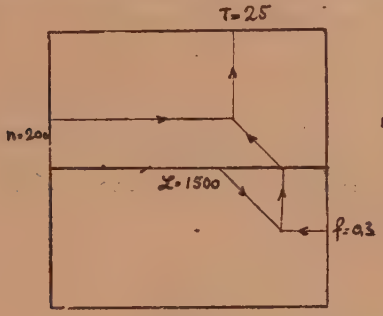
Величину цього підняття в міліметрах дано в дальшій таблиці.

Таблиця 9

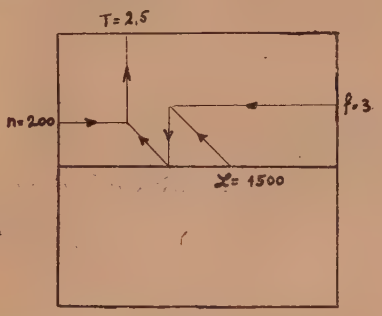
Матеріял	Діяметр речи, що її обробляють, у мм									
	до 10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
Залізо, сталева поковка	0,5	0,75	1,00	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Лита сталь, сірий чавун	0,35	0,6	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,8	3,2	3,6
Твердасталь, твердий чавун . . .	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
Загартований чавун	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

На практиці величину цього підвищення бере токар на око, залежно від його досвідченості.

Величина подачі для даної роботи, як і швидкість різання, залежить від якости матеріялу, що його обробляють, та якости різака, а також від характеру роботи та дебелости конструкції передавального механізму.



Фіг. 85



Фіг. 86

Величина подачі та величина швидкости різання перебувають у залежності одна від одної, а саме: що подача більша, то швидкість менша, і навпаки.

Ця залежність визначається складною формулою, що незручна для практичних потреб, та легше визначається за допомогою спеціяльної рахівничої лінійки.

Звичайно подачі для обдиральних робіт коливаються в таких межах:

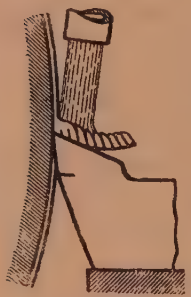
легка робота . . від 0,05 до 0,5 мм
середня „ . . . „ 0,20 „ 1,8 „
тяжка „ . . . „ 0,50 „ 4,0 „

§ 33. Через те що підчас токарської роботи різак закріплено нерухомо, а повертається річ, що її обробляють, то швидкість різання можна розглядати, як швидкість, з якою річ повертається.

Швидкість повертання речи зветься *коловою швидкістю*. Ця швидкість залежить від діяметру речи, що повертається, та від числа обертів речи на 1 хвилину.

Що більший діяметр речи, за того самого числа обертів за хвилину, то швидкість більша.

Збільшуючи ж число обертів на хвилину, за того самого діяметру речи, ми побільшуємо й колову швидкість.



Фіг. 87

Через те що всяка точка, взята на поверхні речи, що її обробляють, підчас повертання робить коло і одному обертові відповідає одно таке коло, то за 1 хвилину, якщо річ робить n обертів на хвилину, вона зробить n кіл.

Довжина кола, як діяметр буде D, буде рівна πD, де π є постійне число, рівне 3,14.

Значить, ввесь шлях, пройдений за хвилину, буде рівний $\pi \times D \times n$, і це буде коловою швидкістю на хвилину, а значить і швидкістю різання.

Швидкість різання звичайно визначається в метрах, а діяметр речи в міліметрах; через це загальний вигляд формули для визначення швидкости різання за даного діяметру D в міліметрах та числу обертів n на 1 хвилину такий:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{D \times n}{319}.$$

Приклад. Треба визначити, яка буде швидкість різання, коли обточується вал з діяметром в 150 мм, а робить він 40 обертів за хвилину.

Розвязання. $v = \frac{150 \times 40}{319} = 18{,}8$ м на хвилину.

На практиці звичайно доводиться розвязувати це завдання трошки инакше, а саме: знаючи діяметр речи, що її обробляють, та швидкість, що її треба вжити для даного сорту матеріялу, визначити число обертів на хвилину.

Для розвязання такого завдання, формула швидкости набуває иншого вигляду:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = 319 \times \frac{v}{D}.$$

Приклад. Яке число обертів треба взяти підчас обдирання сталевої оси з діяметром у 150 мм та швидкости різання 20 м на хвилину?

Розвязання. $n = \frac{319 \times 20}{150} = 42{,}5$ обертів на хвилину.

Через те що подача різака є пересування в міліметрах, що припадає на один оберт речи, яку точать, то значить на 1 хвилину при n обертів різак пройде шлях, рівний величині подавання, помноженій на число обертів, цеб-то на n.

Якщо вся довжина речи, яку обточують, рівняється L в міліметрах, то час T, потрібний на все обточування, вийде, як поділити довжину речи на шлях, що його різак проходив за хвилину, цеб-то:

$$T = \frac{L}{f + n},$$

де f — подавача в міліметрах.

Через те що $n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}$, то цю формулу можна написати ще так:

$$T = \frac{\pi \times D \times L}{1000 \times f \times v} = \frac{D + L}{319 \times f \times v},$$

де v — швидкість різання в метрах на хвилину.

Залежно від того, що нам відомо — чи число обертів, чи швидкість, можна користатися з першої або другої формули.

Приклад. Треба визначити час, потрібний на обдирання сталевого валу діяметром 150 мм, завдовжки 2500 мм; швидкість різання 20 м на хвилину та подавання 2 мм.

Розвязання. $T = \frac{150 \times 2500}{319 \times 2 \times 20} = 29{,}5$ хвилини.

Коли обточуються сторцеві поверхні, то поверхні формули швидкости та часу обробки набувають такого вигляду в тому випадку, як сторцеві поверхні суцільні:

$$v_1 = \frac{\pi \frac{D}{2} \times n}{1000} = \frac{D \times n}{638};$$

$$n = \frac{638 \times v_1}{D};$$

$$T = \frac{\frac{D}{2}}{f \times n} = \frac{D^2}{1276 \times f \times v_1}.$$

Як обточуються каблучкові поверхні:

$$v_1 = \frac{\pi (d-a) n}{1000} = \frac{(d-a) n}{319}$$

$$n = \frac{319 \times v_1}{d-a}$$

$$T = \frac{a}{f+n} = \frac{a(d-a)}{319 \times f \times v_1}$$

де v_1 — пересічна швидкість у метрах за хвилину; d — зовнішній діяметр каблучки в міліметрах; a — ширина каблучки в міліметрах; n — число обертів за хвилину.

Приклад. Треба обточити сторець валу діяметром 220 мм з пересічною швидкістю 15 м на хвилину за поперечної подачі 0,5 мм. Визначити час роботи.

Розвязання. $T = \frac{2202}{1276 \times 0{,}5 \times 15} = 5{,}05$ хвилини.

Приклад. Який час треба на обточування каблучкової сторцевої поверхні, що в неї зовнішний діяметр 850 мм, ширина каблучки 300 мм, пересічна швидкість 12 м на хвилину та поперечна подача 1,5 мм?

Розвязання. $T = \frac{300(850-300)}{319 \times 1{,}5 \times 12} = 28{,}7$ хвилини.

Формули для каблучкової поверхні годяться й для визначення швидкости та часу прорізання та підрізання суцільних та порожнявих валів, замінюючи ширину каблучки товщиною стінки порожнявого валу.

Приклад. Треба прорізати рівчачок 15 м завглибшки, на колові вала з діяметром 450 мм з пересічною швидкістю 10 м на хвилину; подача 0,5 мм. Визначити час роботи.

Розвязання. $T = \frac{15(450-15)}{319 \times 0{,}5 \times 10} = 4{,}1$ хвилини.

Приклад. Треба прорізати вал діяметром 450 мм, з пересічною швидкістю 10 м на хвилину; подача 0,5 мм. Визначити час роботи.

Розвязання. $T = \frac{450^2}{1276 \times 0{,}5 \times 10} = 31{,}7$ хвилини.

Приклад. Треба прорізати порожнявий вал діяметром 500 мм, товщиною стінки 100 мм, з пересічною швидкістю 10 м на хвилину на подачею 0,5 мм. Визначити час обробки.

Розвязання. $T = \frac{100(500-10)}{319 \times 0{,}5 \times 10} = 25{,}1$ хвилини.

Через те що число обертів підчас сторцевої роботи залишається величиною постійною, а діяметр речи, що її обробляють, у міру заглиблення різака зменшується, то швидкість різання ввесь час змінюється, маючи на початку різання максимальну величину, а наприкінці різання — мінімальну.

У всіх формулах для сторцевого обточування, підрізування та обрізування входить пересічна швидкість, цеб-то швидкість по середньому діяметру.

Вибираючи за таблицю швидкість різання та вживаючи її як пересічну швидкість, треба пам'ятати, що дійсна швидкість різання на зовнішньому діяметрі буде більша, а саме:

Для суцільного сторця — вдвоє, цеб-то $v = 2v_1$

„ каблучкової поверхні . . . . $v = \frac{d}{d-a} \times v_1$

Тому що довгість роботи різака за такої швидкости невелика, за малих та середніх діяметрів її можна допустити, не боячись пошкодити різака. Коли діяметри понад 500 мм, це треба мати на увазі й відповідно зменшувати швидкість.

Всі виведені вище формули зведено до такої таблиці:

Таблиця 10

Визначення	Подовжне обточування	Сторцеве обточування та прорізання	Каблучкове обточування, підрізан валу, прорізання порожнявого валу
v	$\frac{D \times n}{319}$	$\frac{D \times n}{368}$	$\frac{(D-a)\,n}{319}$
n	$\frac{319 \times v}{D}$	$\frac{638 \times v}{D}$	$\frac{319 \times v}{D-a}$
T	$\frac{D \times L}{319 \times f \times v}$	$\frac{D^2}{1276 \times f \times v}$	$\frac{a(D-a)}{319 \times f \times v}$

Де: v — швидкість різання за хвилину в метрах,
n — число обертів за хвилину,
T — час обертів у хвилинах,
L — довжина обточування в мілім.,
f — подача в мілім. на один оберт,
D — зовнішній діяметр в мілім.,
a — ширина каблучки або глибина підрізання в мілім.

Нарізання шрубів є окремий випадок подовжного обточування, що за нього подача рівняється крокові шрубової нарізки, а тому для такої роботи годяться загальні формули подовжного обточування із заміною подачі кроком нарізки.

Всі формули, що ми їх вивели, можна подати графічно у вигляді таблиць, що користаючися з них нема потреби робити вирахування.

За допомогою табл. 11 легко та швидко знаходяться швидкість різання за даного числа обертів та діяметра або число обертів за даної швидкости й діяметра.

Середня горизонтальна лінія на цій таблиці зветься *шкала діяметрів*, ліва вертикальна — *шкала обертів* та верхня горизонтальна — *шкала швидкостей*.

Щоб відшукати швидкість за даного діяметра та числа обертів, через точку на шкалі діяметрів проводять похилу лінію до перетину з горизонтальною лінією, яка відповідає даному діяметрові; горизонтальна лінія, проведена через точку на шкалі обертів, відповідає даному числу обертів; від перетину ліній вертикальною лінією йдуть угору та на шкалі швидкостей читають шукану швидкість.

На фіг. 83 та 84 показано розвязання двох завдань.

Находити час обробки, коли відомо число обертів та подач, можна графічно за таблицею 12.

Для цього через точку, що міститься в середній горизонтальній *шкалі довжини*, що відповідає даній довжині речи, яку обробляють, проводять похилу лінію до зустрічи з горизонтальною лінією обраного подавання. З точки перетину цих двох ліній опускають перпендикуляр на середню шкалу довжини, а відтіля ведуть похилу лінію до зустрічи з горизонтальною лінією заданих обертів.

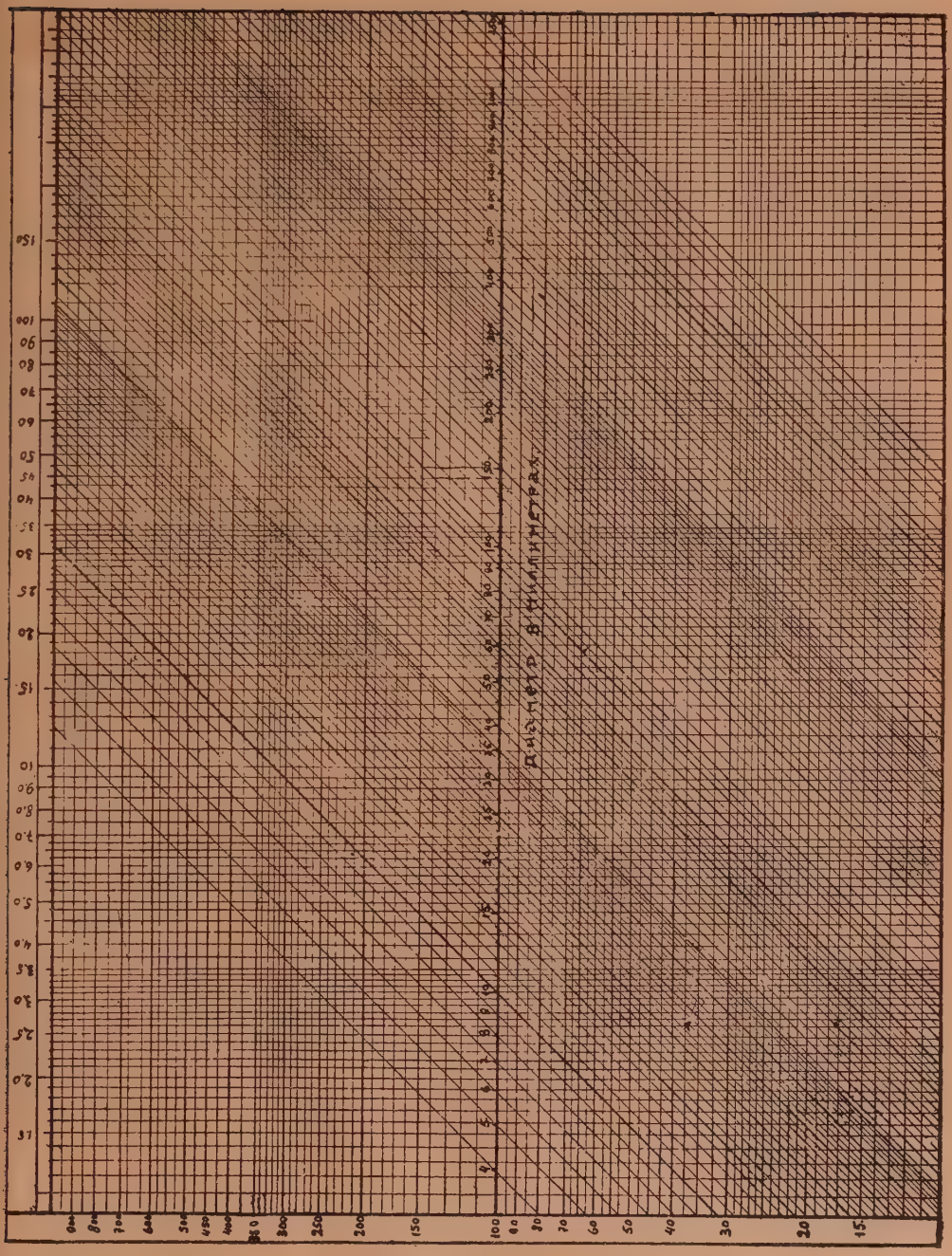
З точки зустрічи цих двох ліній ідуть вертикально вгору та на верхній шкалі читають шуканий час обробки.

Спосіб та хід розвязання завдання показано на фіг. 85 та 86.

Якщо для розвязання завдання дано швидкість різання, то перед тим за таблицею 11 протилежним способом находять число обертів за даною швидкістю та діяметром.

§ 34. Тепер перейдімо до визначення вправности, що її доводиться витратити для переведення певної *роботи* на варстаті.

Кажучи взагалі, вправністю зветься робота, що переведена будь-якою силою за 1 секунду, а *робота* визначається здобутком сили на шлях, що ця сила пройшла.

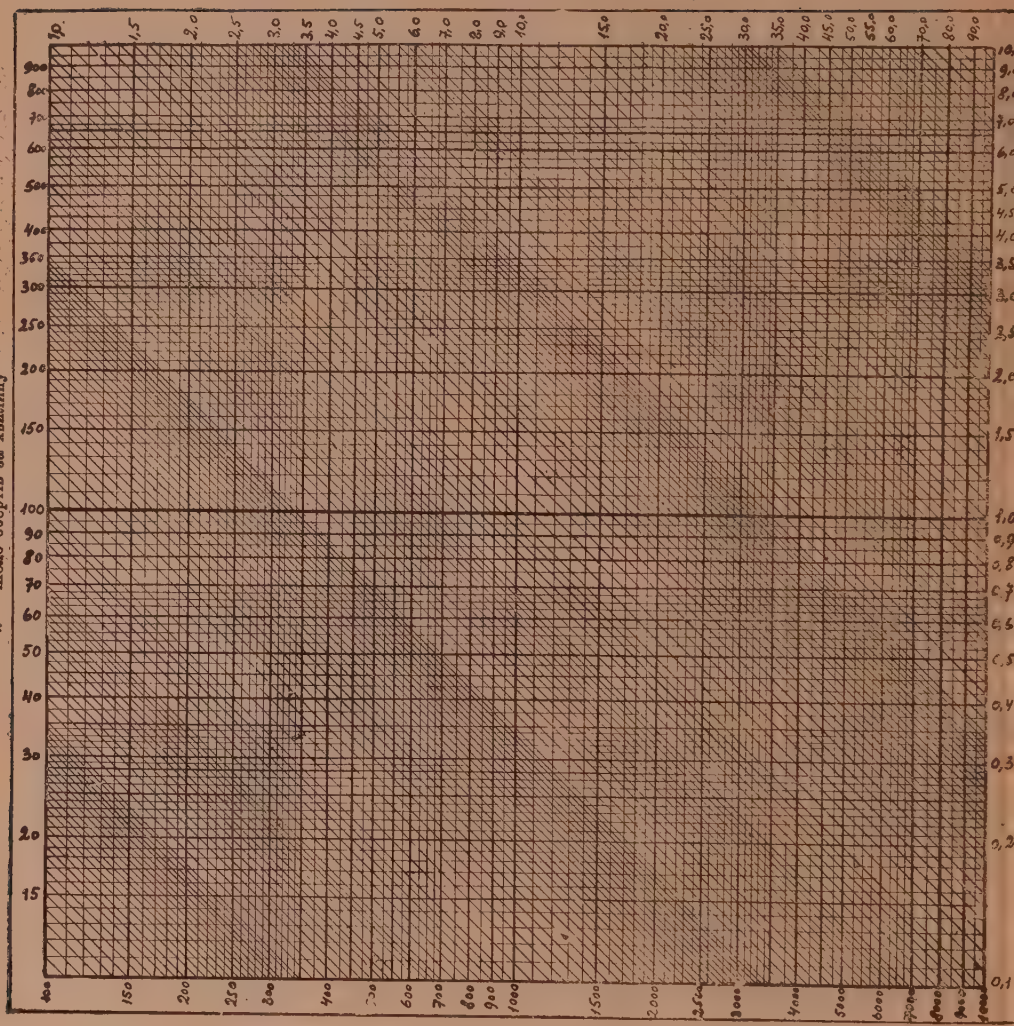


n — число обертів за хвилину

Таблиця 12

T — час точіння в хвилинах

n — число обертів за хвилину



L — довжина валу, ширина кільця, радіюс круга, що належать точінню

Якщо через P ми визначимо силу, а через v — шлях, що його сила пройшла за секунду, то могутність рівнятиметься $P \times v$ *кілограмометрів* за секунду.

Один кілограмометр є робота, переведена силою, що рівна одному кілограмові, на шляху, рівному одному метрові, а робота, рівна 75 кілограмометрам на 1 секунду, являє собою одиницю вправности, що зветься *кінською силою.*

Тому вправність у кінських силах визначатиметься так:

$$N = \frac{P.v}{75},$$

де N — вправність у кінських силах, P — сила в кілограмах, v — швидкість у метрах на секунду.

Звичайно варстатам надають рух паси, що їх надівають на головний або ступчастий крутень варстату.

Сила, що її пас може передати, прямопропорційна до його ширини в сантиметрах та залежить від діяметру та колової швидкости крутня, яка водночас є й швидкість пасу.

У таблиці Геркенса, що її вміщено нижче, дано в кілограмах величини сили, що її може передати пас завширшки в 1 см за даного діяметра та колової швидкости крутня.

Щоб мати всю силу, що її передає пас, треба силу, яку найдено за таблицею, помножити на ширину пасу в сантиметрах.

Таблиця 13

Рід пасу	Діяметр малого крутня в мм	Швидкість пасу в метрах за секунду						
		3	5	10	15	20	25	30
Простий пас	100	2	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5
	200	3	4	5	5,5	6	6,5	6,5
	300	4	5	6	7	7,5	8	8,5
	400	5	6	7	8	9	9,5	10
	500	6	7	8	9	10	10,5	11
Подвійний пас	300	5	6	7	8	9	9,5	10
	400	6,5	8	9	10	11	11,5	12
	500	8	9,5	11	12	13	13,5	13,5

Таблицю Геркенса розроблено для пристрійних (трансмісійних) пасів, що роблять у невигідних умовах, і, як довела практика, *для верстатів величини цієї таблиці можна подвоїти.*

Припустімо, що маємо верстат, якому рух надає крутень діяметром $d = 500$ мм із числом обертів $n = 300$.

Цей крутень має свій рух від крутня на моторі з діяметром $d = 105$ мм, числом обертів $n = 1500$ та шириною пасу в 6 см.

Колова швидкість крутня рівняється:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 1000} = \frac{3{,}14 \times 105 \times 1500}{60 \times 1000} = 8{,}2 \text{ м на секунду.}$$

У передачі беруть участь два крутні: один у верстаті з діяметром $d = 500$ мм, другий у моторі з діяметром $d = 105$ мм.

Щоб найти зусилля, яке передає пас, треба вжити меншого крутня, що його діяметрові, за швидкости $v = 10$ м, у таблиці Геркенса відповідає сила, рівна 3 кг на 1 см ширини пасу.

Все зусилля, що його передає пас, тому буде:

$$P = 6 \times 3 \times 2 = 36 \text{ кг,}$$

а вправність, що її передає пас верстатові, буде:

$$N = \frac{P \times v}{75} = \frac{36 \times 82}{75} = 3{,}93 \text{ кінських сил.}$$

Або обкруглено: $N = 4$ кінським силам.

Через те що в кожному верстаті є втрати, що їх викликає тертя у вальницях, трибах то-що, то не вся вправність, яку ми вирахували, може бути використана верстатом, а тільки деяка її частина.

Означивши цю використану вправність через N, тоді стосунок $\frac{N_1}{N} = \eta$ покаже, яку частину вправности верстат в дійсності може використати.

Припустімо, що верстат, який ми розглянули, з 4 кінських сил, що в нього їх введено, може використати всього 3,2 кінських сил, значить $\eta = \frac{3{,}2}{4} = 0{,}8$.

Відношення $\eta = \frac{N_1}{N}$ зветься *коефіцієнтом корисної дії верстату.*

З цього співвідношення находимо:

$$N = \frac{N_1}{\eta} \text{ та } N_1 = N \times n.$$

Тепер визначімо вправність, яку треба витратити, щоб зробити на верстаті яку-небудь роботу.

Знімаючи стружку, різак проробляє роботу, що рівна добуткові сили опору стружки різанню на швидкість різання.

Якщо ми назвемо опір стружки через P (в кілограмах) та швидкість різання через v (в метрах за хвилину), то вправність, яку треба витратити на різання, дорівнюватиме:

$$N_2 = \frac{P \times v}{75 \times 60} = \frac{P \times v}{4500} \text{ кінських сил.}$$

За Тейлором, опір стружки визначається такою формулою:

для чавуну:

$$P = K D^{11/15} F^{3/4},$$

де $K = 88$ для м'якого чавуну;

для стали:

$$P = 200 DF^{14/15},$$

де $K = 135$ для твердого чавуну.

Тут D — глибина різання в мілім., F — подача в мілім. на один оберт.

Величина $W = \frac{P}{DF}$ зветься *питомим опором стружки* та являє опір стружки в кілограмах, що припадає на 1 кв. мм перекрою стружки.

Через те що опір стружки P змінюється непропорційно до зміни величини глибини різання та подачі (що видно з формули Тейлора), то й питомий опір не є величина постійна для даного матеріялу, а змінюється залежно від величин D та F, які визначають поперечний перекрій стружки.

Це слід мати на увазі, бо в багатьох довідниках та підручниках до цього часу подибуються ще старі формули, де питомий тиск W вважають за постійну величину, а тому цілковитий опір різанню *неправильно* визначається за такою формулою:

$$P = W \times D \times F.$$

Крім вправности, що витрачається на опір оструж ки, варстатові доводиться ще витрачати деяку вправність, яку поглинає подача.

Зусилля P_1, потрібне для подачі, коливається між 0,5—0,8 величини опору оструж ки, цеб-то:

$$P_1 = K_1 P, \text{ де } K_1 = 0{,}5 - 0{,}8.$$

Вправність у кінських силах, що її поглинає подача, дорівнює:

$$N_3 = \frac{P_1 v_1}{75 \cdot 60} = \frac{P_1 v_1}{4500},$$

де P_1 — зусилля подачі в кілограмах, v_1 — швидкість подачі в метрах за хвилину.

Коли подача F мм на один оберт та n — число обертів на хвилину, швидкість подачі дорівнюватиме:

$$v_1 = \frac{F + n}{1000}.$$

Через те що швидкість подачі в дуже рідких випадках доходить до 1 м на хвилину, а здебільшого не перевищує часток метра, то загалом вправність, що її поглинає подача, є величина незначна; її з запасом можна прийняти за 5% від загальної вправности, яку поглинає варстат.

У цьому можна впевнитися, взявши стосунок вправности біля місця різання до вправности подачі, цеб-то:

$$\frac{N_3}{N_2} = \frac{P_1 \times v_1}{4500} : \frac{P \times v}{4500} = \frac{P_1 \times v_1}{P \times v}.$$

Припустивши, що $P = P_1$, цеб-то що зусилля подачі рівне опорові оструж ки, находимо, що:

$$\frac{N_3}{N_2} = \frac{v_1}{v} = N_3 = \frac{v_1}{v} N_2.$$

Найбільше значіння для N_3 буде з найбільшої величини v_1 та найменшої величини v.

Підставляючи в формулу $v_1 = \frac{F \times n}{1000}$ подачу $F = 5$ мм та $n = 100$, матимемо:

$$v_1 = 0{,}5 \text{ м на хвилину.}$$

Тоді як швидкість різання $v = 10$ м на хвилину, вправність, що її поглинає подача, дорівнюватиме:

$$N_3 = 0{,}05 N_2.$$

Цілковита вправність, що її поглинає варстат, дорівнюватиме:

$$N_1 = N_2 + N_3 = 1{,}05\ N_2,$$

а вправність, що заведена у варстат, дорівнюватиме:

$$N_1 = \frac{1{,}05 N_2}{\eta}.$$

Для прикладу визначімо вправність, яку слід увести у варстат для обдирання сталевого надібку $d = 100$ мм, якщо глибина різання $D = 10$ мм, подача $F = 0{,}8$ мм та коефіцієнт цілковитої дії варстату $\eta = 0{,}75$. Швидкість різання беремо $v = 20$ м на хвилину.

З формули Тейлора $P = 200\, DF^{14/15}$ находимо:

$$P = 200 \times 100 \times 0{,}8 = 1600 \text{ кг.}$$

Для спрощення замість $F^{14/15}$ взято F.

Тоді

$$N_2 = \frac{P \times v}{4500} = \frac{1600 \times 20}{4500} = 7{,}1 \text{ кінських сил}$$

та

$$N = \frac{1.05 + N_2}{\eta} = \frac{1{,}05 \times 7{,}1}{0{,}75} = 9{,}93 \text{ кінських сил,}$$

або обкруглено:

$$N_2 = 10 \text{ кінським силам.}$$

З формули $N_2 = \frac{P \times v}{4500}$ виходить, що якби ми схотіли цей сталевий надібок обточити із швидкістю 40 м на хвилину

(за тої самої глибини різання та подачі), то для цього потрібний був би варстат на 20 кінських сил.

Через те що конструкцію кожного варстату розраховано тільки на певну вправність, то відціля виходить, що швидкість різання, залежачи прямо від вправности варстату, також залежить і від його конструкції.

Якщо ми все-таки схотіли б ужити до нашого варстату на 10 кінських сил цю збільшену швидкість, то в кращому випадку пас почав би ковзати, а варстат автоматично зменшив би швидкість різання до нормальної величини в 20 м; або коли пас був розрахований з запасом, то варстат, роблячи з перевантаженням, сильно зношувався б і навіть міг би поламатися, бо всі його частини були розраховані на нормальну вправність.

Таблиці 7 та 8 дають пересічні швидкості, що їх можна не боячись вживати на звичайних токарках.

Точні значіння швидкостей можна вирахувати, користуючись з формули вправности та формули швидкости різання, що про неї згадувалося на стор. 84.

Вирахувані за цими формулами швидкості в окремих випадках можуть значно перевищувати швидкості, дані в таблицях 7 та 8, але, як уже визначалось на сторінці 88, формула для визначення швидкости глибиною різання та подачею незручна для практичного вживання і тому за відсутністю спеціяльної рахівничої лінійки доводиться користатися з таблицевих швидкостей, що за них не завжди вправність станка буде зовсім використана.

§ 35. Досі ми розглянули роботу на токарках. Робота на стругальних та довбальних варстатах загалом перебуває в такій же залежності, яку ми вивели для токарки, тільки з тією ріжницею, що замість колової швидкости тут доводиться мати справу з лінійною швидкістю, бо річ не повертається, а рухається поступінно з деякою швидкістю.

У цих варстатах відрізняють робочий поступний рух речи, що її обробляють, та яловий зворотний його рух.

Для економії роботи варстату зворотний рух завжди береться більший за робочий.

У подовжно-стругальних варстатах рух має сама річ, що її обробляють; для цього її прикріплюють до рухомого столу варстату, а різак одержує тільки рух подачі.

У поперечно-стругальних верстатах (шепінгах) рухається різак, який закріплено в рухомому подавачі, а річ, що її обробляють, прикріплено до столу, що одержує тільки рух подачі.

В обох цих верстатах річ та різак рухаються в горизонтальному напрямі.

Довбальний верстат характером руху подібний до шепінгу, тільки з тою ріжницею, що різак рухається не горизонтально, а вертикально.

Рух, що його робить різак або стіл верстату, зветься *ходом верстату*, що, згідно до вищезазначеного, буває прямий та зворотний.

Величину цього ходу можна довільно регулювати в межах, що їх дозволяє конструкція верстату, залежно від довжини поверхні, яку обробляють.

У подовжно-стругальних верстатах стосунок швидкости зворотного ходу та швидкости прямого ходу робиться рівний 2 або 3; у шепінгах та довбальних верстатах цей стосунок иноді доходить до 4.

Погляньмо, як визначається час обробки на цих верстатах.

Означмо: v_1 — швидкість прямого ходу,

v_2 — швидкість зворотного ходу,

t_1 — довгість прямого ходу в хвилинах,

t_2 — довгість зворотного ходу в хвилинах,

H — довжину ходу в міліметрах,

B — ширину оброблюваної речи в міліметрах,

F — подачу поперечну в міліметрах,

T — час обробки в хвилинах.

Тоді час, що витрачається на прямий хід, буде:

$$t_1 = \frac{H}{1000 \cdot v_1},$$

а час, що витрачається на зворотний хід, буде:

$$t_2 = \frac{H}{1000 \cdot v_2},$$

а ввесь час, що його витрачається на одно проходження різака (цеб-то на прямий та зворотний хід), буде:

$$t_1 + t_2 = \frac{1}{1000}\left(\frac{H}{v_1} + \frac{H}{v_2}\right).$$

Як ширина обробки у B мм та подача F мм, число проходжень різака рівнятиметься $\frac{B}{F}$ та, значить, увесь час обробки рівнятиметься:

$$T=\frac{1}{1000}\left(\frac{H}{v_1}+\frac{H}{v_2}\right)\frac{B}{F}.$$

Якщо означити стосунок швидкости зворотного ходу до швидкости прямого ходу через K, цеб-то

$$K=\frac{v_2}{v_1},$$

тоді формула часу обробки матиме такий вигляд:

$$T=\left(\frac{K+1}{K}\right)\frac{HB}{1000\,.\,v_1F}.$$

Якщо нам відомо число подвійних ходів на хвилину, що ми його означимо через n, тоді час обробки можна визначити так:

$$T=\frac{B}{n\,.\,F}.$$

Число підвійних ходів на хвилину визначається довгочасністю прямого та зворотного ходу, а саме: *здобуток з числа подвійних ходів на їхню довгочасність має рівнятися одиниці, цеб-то*

$$n=\left(\frac{H}{v_1}+\frac{H}{v_2}\right)=1.$$

Відціля:

$$n=\frac{1}{\frac{H}{v_1}+\frac{H}{v_2}}=\frac{v_1\,v_2}{H(v_1+v_2)},$$

де H — в метрах.

Крім поперечної подачі, що має горизонтальний напрямок, у стругальних варстатах є ще подача у вертикальному напрямку, що від її величини залежить глибина різання.

Формула часу, що ми її вивели для T, як уживається вертикальна подача (що її означимо через F, а всю глибину шару, який треба зняти — через P), матиме такий вигляд:

$$T=\frac{B\,.\,P}{n\,.\,FF_1}.$$

Довжина ходу залежить від довжини речи, що її обробляють, та має бути трохи більша.

Розмір цієї величини залежить від конструкції варстату та визначається з досвіду.

Пересічно можна вважати, що

$$H = L + 150 \text{ мм},$$

де L — довжина речи, що її обробляють, у міліметрах.

Швидкість, що її вживають на стругальних варстатах, менша за швидкість токарок, бо доводиться вважати на вплив сили тягару речи, що її обробляють, та тягару стола або напрямниці призми.

У подовжно-стругальних варстатах швидкості та подачі можна вибирати за такою таблицею:

Таблиця 14

Довжина столу в метрах	Швидкість різання в метрах за хвилину			Подача в міліметрах на подвійний хід столу					
				Як глибина різання в міліметрах					
	Чавун та сталевий виливок	Залізо та машинова сталь	Бронза та жовта мідь	5	6	7	8	9	10
2	9 — 10	10 — 11	12 — 14	1,2	1,1	0,8	0,7	0,6	0,4
3	7 — 9	8 — 10	10 — 12	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6
4	5 — 7	6 — 8	8 — 10	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4

Для чистового стругання величину подачі можна довести до 10 мм.

У шепінгах та довбальних варстатах швидкості можуть бути трохи більші, ніж на подовжно-стругальних варстатах, і пересічно беруться такі:

Для чавуну та сталевого виливку . . . 6 — 11 м
„ заліза та машинової стали . . . . 7 — 12 „
„ бронзи та жовтої міди . . . . . 9 — 15 „

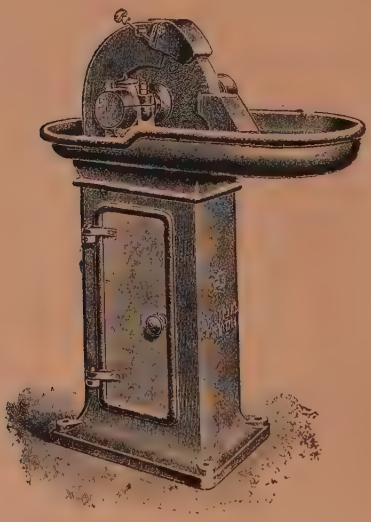
Подачі на шепінгах та довбальних варстатах для грубого обдирання беруться в межах од 0,1 до 2 мм та загалом у порівнянні з подачами подовжно-стругальних варстатів трохи менші, з огляду на меншу стійкість різака.

§ 36. Щоб не витрачати дорогу швидкорізальну сталь на виготовлення цілкових різаків, вживають *держаків* (фіг. 88), в яких закріплюють шматочки швидкорізальної стали квадратової або прямокутної форми, що в них один край загострюється, щоб утворити різальну крайку.

Фіг. 88

Такий спосіб дозволяє використати шматочки та обрізки стали; вони є в кожній майстерні, і для них не треба ковальської обробки.

Держак із вставленим у нього різаком закріплюється на подавачі як звичайний різак.



Фіг. 89

Різаки, що затупились, гострять на карборундових каменях або на варстатах. У тому й иншому випадку різака не треба натискати дуже сильно до поверхні кола, щоб не перегрівалась та не згоряла різальна крайка, на яку має бути скерований сильний струмок води.

Гостріння руками можна провадити й не охолоджуючи водою (сухий спосіб), але в такому разі треба бути дуже обережним, щоб не було перегрівання різальної крайки.

Звичайний гострильний варстат для гостріння руками показано на фіг. 89; він складається з шмерґельового або карборундового кола, надітого на вісь, яка повертається на двох вальницях та має спеціяльні пристосування запобіжні.

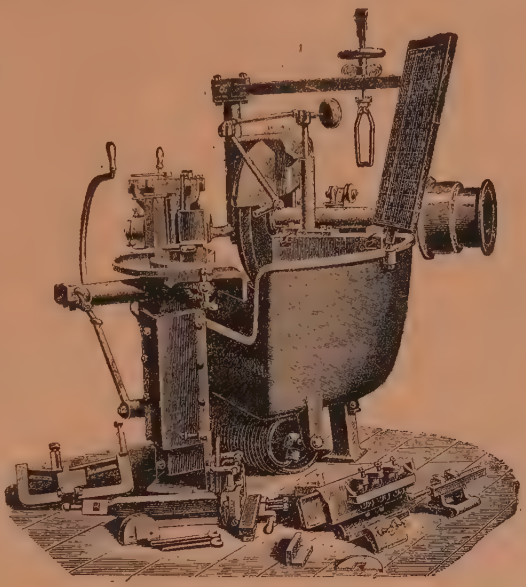
Гострильний варстат Селерса (фіг. 90) або Гішольта (фіг. 91) дає змогу як хоч гострити різак, при чому спосіб

укріплення різака та куги повертів дано в прикладених до варстату таблицях.

Гострильні кола, що їх уживають для різаків, звичайно готуються з карборунду або алунду, штучних матеріялів, які добуваються при високій температурі електричним током: карборунд — з вугілля та кремової кислоти, алунд — з глинозему.

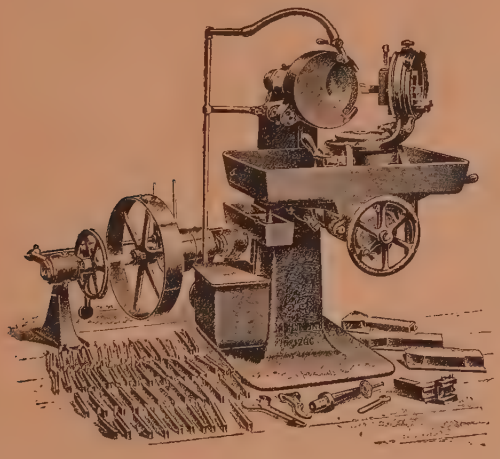
Обидві ці речовини дуже тверді та входять у склад гострильних кіл у вигляді окремих зернин, що звязані цементуючою масою.

Від величини цих зернин залежить міра шорсткости кіл; для її визначення колам даються відповідні номери.



Фіг. 90

Твердість гострильного кола залежить від міцности цементувальної речовини, від того, як легко частки карборунду викришуються з загальної маси, що їх в'яже.



Фіг. 91

Для гостріння твердих сортів сталі та взагалі твердих матеріялів слід вживати м'якших кіл, і навпаки.

Це здається суперечливим, але легко пояснюється, якщо взяти на увагу, що підчас гостріння твердого матеріялу зерна карборунду швидше

затупляються. Тому цемент, що в'яже, має бути м'якший для того, щоб зерна, що затупились, могли викришитися з загальної маси та замінитися свіжими й гострими зернами.

Для гостріння різаків підходять №№ 48, 60, 70 та 80, а для гостріння фрез та свердел — №№ 80, 90 та 100 (за англійською нумерацією).

Робота гострильних кіл ´іде переважно коштом швидкости повертання кола, яка коливається в межах од 20 до 30 м на секунду.

За такої великої швидкости треба бути дуже обережним.

Влаштовуючи нове коло, слід упевнитися в його цілості та відсутності розколин, що можна взнати, злегка постукуючи по колові. Коло має повертатися плавко та не бити підчас роботи, тому на його центрування має бути звернута особлива увага.

Число обертів звичайно визначено на ярлику, який приклеєно на колові: його треба суворо додержувати.

Коло насаджують вільно на вал, затискують між крисами та кладуть між колами та крисами дві тектурові переліжки.

Для точних робіт підчас шліхування вживають *твердозв'язаних кіл* з дрібними зернинами, а для гостріння пилок та взагалі для всіх робіт, що потребують тонких кіл, ужи-вають *еластичних кіл*, що маса, яка їх в'яже, складається з пружних речовин; ці речовини перешкоджають колам ламатися та викришуватися.

РОЗДІЛ СЬОМИЙ

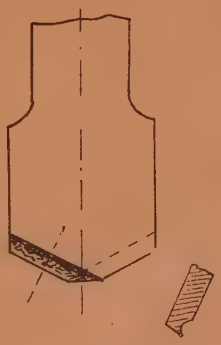
§ 37. До свердлильного струменту, як уже зазначено вище, належать свердла, розсвердлювачі, конічні розвертки та роззенковки.

Належачи до одної й тої ж класи свердлильного струменту, свердло та розсвердлювач проте мають між собою істотну ріжницю, що залежить від роботи, до якої вони призначені, а саме: свердла служать для просвердлювання так наскрізних, як і ненаскрізних дірок на цілому металі, тимчасом як розсвердлювачі служать для збільшення діяметра дірок, що вже є, або в усю довжину, або тільки біля краю.

Робота, що її роблять свердлом, зветься свердлінням, а робота, що роблять розсвердлювачем — розсвердлюванням.

Якщо призначення свердла та розсвердлювача різні, то характер їхньої роботи тотожній, як це видно з дальшого, що й послужило до з'єднання цих струментів до одної класи.

Відрізняють два роди свердел: *пласкі* та *віблові*.



Фіг. 91а

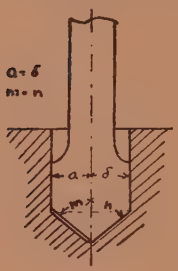
Фіг. 92

Пласкі свердла (або, як ще їх звуть, „лопатневі") являють платівку струментової стали (фіг. 92), що на однім її кінці є дві різальні крайки; вони мають спільний верх та сходяться в ньому під кутом 100° — 120°; довгий край служить для закріплення свердла.

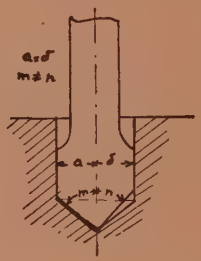
Верх різальних крайок, які сходяться, зветься ребром свердла; він, являючи собою перетин двох площин, має вигляд прямої лінії.

Ребро свердла не бере участи в роботі та через це становить деякий опір роботі свердла.

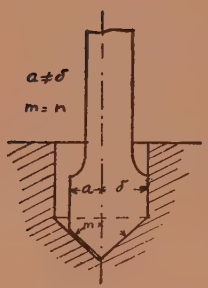
Цей опір у великих свердлах, що мають відповідно й великі ребра, досить значний, і для його зменшення біля вершини свердла загострюють з обох боків по рівчачку або просвердлюють у напрямку осі свердла глибокі отвори.



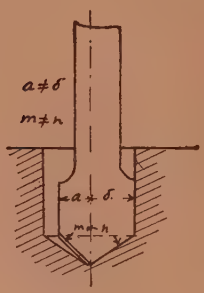
Фіг. 93



Фіг. 94



Фіг. 95



Фіг. 96

Різальна частина плаского свердла являє собою з'єднання двох різаків з кутом різання коло 90°; для зменшення цього кута на різальних ребрах іноді роблять влоговинки, як показано на фіг. 91а.

Щоб дати свердлові напрямок, коли воно поглиблюється в метал, свердло роблять з двома напрямними крайками; ці крайки паралельні одна до одної та відповідають діяметрові дірки, що її просвердлюють (фіг. 92).

Середина ребра свердла має точно збігатися з віссю свердла, а кути m та n (фіг. 93) мають бути рівні між собою.

Якщо цього немає, то діяметр розсвердлюваної дірки вийде збільшений, завдяки різній довжині різальних крайок.

Якщо ж середина ребра та вісь свердла збігаються, але кути m та n (фіг. 94) не рівні між собою, то, хоч і виходить дірка потрібного діяметра, робитиме тільки сама коротка різальна крайка, і через це вона затупиться вдвоє швидше.

Якщо вісь свердла не збігається з серединою ребра, а кути m та n рівні між собою (фіг. 95), то дірка вийде збільшеного діяметра, а частина довгої крайки провадитиме подвійну роботу, цеб-то вдвоє швидше затупиться.

Якщо ж при цьому кути *m* та *n* не рівні, то подвійну роботу робитиме довга крайка (фіг. 96).

Підчас свердління пласким свердлом дно дірки виходить конічним. У тих випадках, коли треба зробити пласке дно, вживають *центрових свердел* (фіг. 97).

Різальні крайки таких свердел містяться на одній прямій та мають так званий *центр*, цеб-то маленький чіп, що кругом його вершини повертається свердло.

Фіг. 97

Фіг. 98

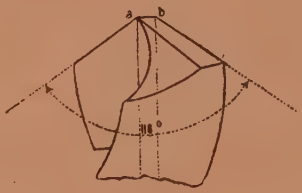
Фіг. 99

Пласких свердел тепер вживають порівняно рідко, більшість робіт тепер роблять *вібловими свердлами*.

§ 38. Звичайного віблового свердла з прямими рівчачками (фіг. 98) вживається для просвердлювання тонких аркушів.

Гарматно-пушечного свердла (фіг. 102) вживається для висвердлювання довгих дірок, а також обрисових поглиблень. Таке свердло складається з вібла, що його наполовину зрізано вподовж оси та що має різальні крайки, які відповідають формі дірки, що її треба висвердлити.

Фіг. 101 Фіг. 102



Фіг. 103

Таке саме свердло, але з подовжною влоговинкою, що надає свердлові вигляду ложки, зветься *ложковим* свердлом (фіг. 104); у нього, завдяки скісним краям, виходить кращий кут різання.

Найчастіш для свердління вживається *спіральних крученних свердел*.

Спіральні свердла мають віблове тіло, прорізане в напрямку довжини спіралі рівчачками (нормально двома — фіг. 99).

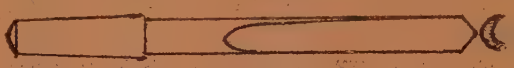
Кут різання в спіральних свердлах, через те, що різальні крайки свердла вигнуті шрубовою лінією, гостріший, ніж у пласких свердел, і тому різальна здібність спіральних свердел дуже велика.

Фіг. 103

Кут між різальними крайками (кут гостріння) звичайно береться 115°—120°, а нахил шрубового рівчачка до оси свердла — 28°.

Для зменшення тертя бічної віблової поверхні свердла об стінки дірки, спіральні ребра сточують так, щоб для напрямку свердла залишалась вузька спіральна смуга.

Головна відзнака спіральних свердел від пласких така:

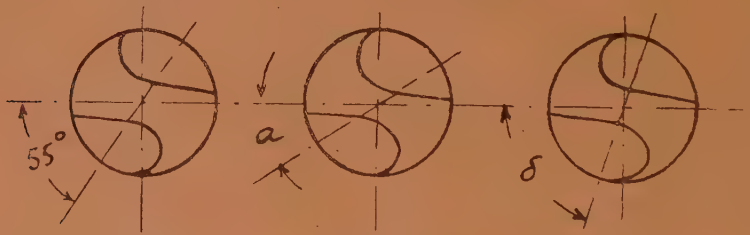


Фіг. 104

1) їхня різальна здібність більша, завдяки гострішому кутові різання;

2) напрямок підчас роботи досконаліший;

3) оструж ка виходить шрубовими рівчачками легко та дозволяє свердлити, не виймаючи свердла з дірки для викидання оструж ок, що там назбиралися.



Фіг. 105а Фіг. 105б Фіг. 105в.

Для свердління глибоких дірок уживається спіральних свердел, що мають спіральний канал, щоб підводити шмаровидло до різальних крайок (фіг. 101).

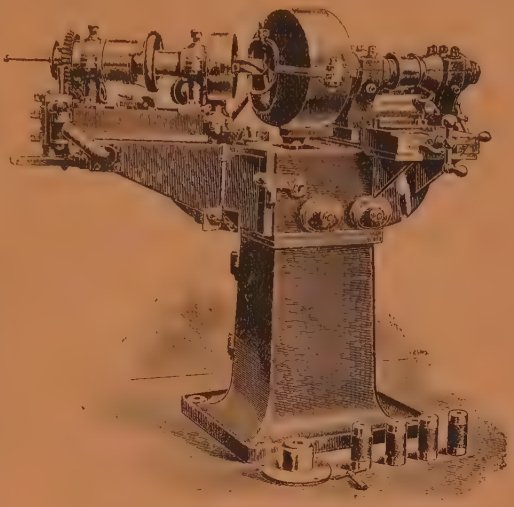
§ 39. Затуплені спіральні свердла гострять за допомогою спеціяльних гострильних варстатів або рукою.

Правильне гостріння спірального свердла таке: обидві різальні крайки мають бути зовсім однакові завдовжки, а задній бік різальних граней має бути згострений, щоб утворився *кут лаштунку* (фіг. 100).

Для перевірки довжини різальних крайок уживається відповідного шаблона (фіг. 103), що його короткий бік має поділи.

Коли свердло правильно загострене, то лінія *АБ*, що проходить через ребро (фіг. 105а), утворить з горизонтальною віссю кут коло 55°.

Коли ж свердло загострене під кутом 120°, то ця лінія дасть кут *а* гостріший (фіг. 105б), а коли свердло загострене під кутом меншим за 115°, то ця лінія дасть кут *б*, близький до 90° (фіг. 105в).

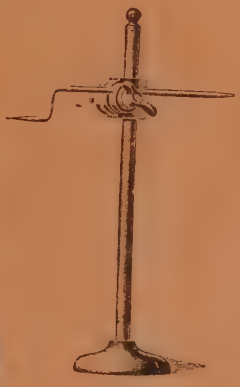


Фіг. 106

Від руки гострять звичайно на гострильному шмерелевому або карборундовому камені.

Машинове гостріння спіральних свердел провадиться на спеціяльних автоматичних або півавтоматичних гострильних варстатах.

Фіг. 107



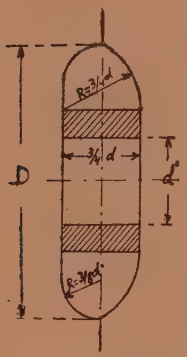
Фіг. 108

На фіг. 106 показано автоматичний гострильний варстат для спіральних свердел. Карборундове коло має самостійне повертання та, крім того, набуває руху взад і вперед, рухаючись разом з ковзанцями постіллю.

Свердло затискується в спеціяльний патрон, улаштовується під кутом до оси карборундового кола, що набуває повертального руху, описуючи конічну поверхню.

Півавтоматичні варстати збудовані так, що конічний повертальний рух свердла набувають від руки робітника.

Підчас готування спіральних свердел рівчачки прорізується на спеціяльних фрезарках одною або двома фрезами, що їх улаштовано під кутом у 28° до оси свердла.



Профіль фрез вибирається так, щоб різальна крайка свердла була по змозі пряма, щоб розміри рівчачка вийшли досить широкі для вільного виходу стружок та щоб саме свердло було досить дебеле.

На фіг. 109 показано профіль такої фрези. На таблиці 15 дано розміри зовнішніх діяметрів та діяметрів дірок фрез для різних величин свердел.

Фіг. 109 (До фіг. 109).

Таблиця 15

Діяметр свердла в міліметрах	Діяметр фрези в мм	Діяметр дірки L мм
1 — 6	45	22
6,5 — 12,5	50	22
13 — 19	60	22
19,5 — 24	65	22
24,5 — 28,5	70	22
29 — 32	75	22
32,5 — 44	90	27
44,5 — 50	95	27
51 — 60	110	32

Формули для визначення швидкости різання та часу обробки для спіральних свердел залишаються такі ж, як і для різаків, а саме:

$$v = \frac{d \times n}{319},$$

де d — діяметр свердла в мілім., n — число обертів на хвилину, v — швидкість у метрах на хвилину,

и

$$T = \frac{l}{n \times f},$$

де T — час свердління в хвилинах, l — шлях свердління в мілім., рівний глибині дірки $+ \frac{d}{2}$, n — число обертів свердла на хвилину, f — подача свердла в мілім. на один оберт.

Останню формулу можна ще написати так:

$$T = \frac{l}{s},$$

де s — подача свердла за одну хвилину.

Для вибирання швидкостей за даної роботи є таблиця 16, що дає швидкості в метрах на хвилину та число обертів за даної швидкости, що стосується до діяметра свердла в 1 мм.

Щоб визначити число обертів для даного діяметра свердла треба число обертів таблиці поділити на діяметр свердла в міліметрах.

Таблиця 16

Якість матеріялу		Струм. сталь	Сталевий виливок	Чавун	Залізо та осьова сталь	Мосяж (латунь)
Струментова сталь						
М'який	v	10	15	20	18	32
	n	$\frac{3200}{d}$	$\frac{4800}{d}$	$\frac{6350}{d}$	$\frac{7550}{d}$	$\frac{10200}{d}$
Середній	v	8	12	15	15	26
	n	$\frac{2550}{d}$	$\frac{3850}{d}$	$\frac{4800}{d}$	$\frac{4800}{d}$	$\frac{8250}{d}$
Твердий	v	6	10	10	12	20
	n	$\frac{1900}{d}$	$\frac{3200}{d}$	$\frac{3200}{d}$	$\frac{3850}{d}$	$\frac{6350}{d}$
Швидкорізальна сталь						
М'який	v	13	18	25	28	60
	n	$\frac{4150}{d}$	$\frac{5750}{d}$	$\frac{8000}{d}$	$\frac{8950}{d}$	$\frac{19100}{d}$
Середній	v	10	15	18	23	50
	n	$\frac{3200}{d}$	$\frac{4800}{d}$	$\frac{5750}{d}$	$\frac{7350}{d}$	$\frac{15900}{d}$
Твердий	v	8	10	10	20	40
	n	$\frac{2550}{d}$	$\frac{3200}{d}$	$\frac{3200}{d}$	$\frac{6350}{d}$	$\frac{12700}{d}$

Таблиці 17 та 18 дають уже готові числа обертів за хвилину та розміри подачі за 1 хвилину для діяметрів свердел від 3 до 46 мм.

Таблиця 17

Свердло з вуглецевої сталі

Діяметр свердла в мм	Струмент. сталь		Сталевий виливок		Чавун		Залізо та осьова сталь		Мосяж (латунь)	
	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s
3	850	17	1280	38,5	1600	48	1600	48	2750	138
4	540	19	930	34	1200	48	1200	48	2060	124
6	425	15	640	32	800	40	800	40	1370	96
8	320	12,7	480	26,5	600	33	600	33	1030	82,5
10	255	11,5	385	23	480	28,5	480	28,5	825	74
12	212	10,5	365	22,5	400	28	400	28	690	69
14	182	10	275	22	340	27	340	27	590	65
16	160	9,5	240	19	300	27	300	27	520	62
18	141	9	214	19	267	27	267	27	460	60
20	127	9	193	19	240	26	240	26	412	58
22	116	9	175	19	218	25	218	25	375	56,5
24	106	8,5	160	18,5	200	24	200	24	342	55
26	98	8	148	18	185	24	185	24	318	54
28	91	8	138	18	170	24	170	24	295	53
30	85	8	128	18	160	24	160	24	275	52
32	80	8	120	18	150	23	150	23	258	50,5
34	75	8	113	17,5	141	22,5	141	22,5	243	49
36	71	8	107	17	134	22	134	22	230	47
38	67	7,5	101	17	125	21,5	125	21,5	216	46
40	64	7,5	97	16,5	120	21	120	21	205	45,5
42	61	7,5	91	16	115	20,5	115	20,5	196	44
44	58	7,5	87	16	109	19	109	19	186	43
46	56	7,5	83	15	102	19	102	19	180	42
	Табличні дані треба помножити на:									
Для м'якого матеріялу	1,2		1,25		1,33		1,2		1,23	
Для твердого матеріялу	0,75		0,83		0,665		0,8		0,77	

Свердло з швидкорізальної сталі

Діяметр свердла в мм	Струмент. сталь		Сталевий виливок		Чавун		Залізо та осьова сталь		Мосяж (латунь)	
	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s
3	1060	29	1600	50	1916	57,5	2450	73,5	5300	265
4	800	28	1200	42	1420	57,5	1820	73,5	3960	240
6	533	28	800	40	960	48	1210	61	2650	190
8	400	26	600	36	719	39,5	920	50	2000	160
10	320	19	480	29	575	34,5	735	44	1560	140
12	266	19	400	28	480	33,5	612	43	1310	120
14	229	13	340	27,5	410	33	522	42	1102	120
16	200	12	300	24	360	32	460	41,5	990	120
18	177	11,5	265	24	320	32	410	41	885	110
20	160	11	240	24	287	31,5	378	41	795	110
22	146	11	229	24	262	30	335	38,5	722	110
24	132	11	200	23	250	28,5	306	37	660	110
26	122	10,5	184	22	222	26	282	37	610	100
28	114	10	171	22	206	24,5	262	37	568	100
30	106	10	160	18	194	21	245	36,5	530	100
32	100	10	150	17	180	19	230	36	498	90
34	94	10	141	15	165	18,5	215	35	468	90
36	89	9	133	14	159	17	205	34	440	90
38	84	8	126	13,5	151	16,5	192	33	420	90
40	80	7,5	120	13	144	15	182	32	397	90
42	76	7	114	12	137	15	175	32	379	80
44	73	5.5	109	12	130	14	167	31	360	80
46	70	5	102	11	125	14	160	30,5	345	80
	Табличні дані треба помножити на:									
Для м'якого матеріялу	1,3		1.2		1,39		1,22		1 2	
Для твердого матеріялу	0,8		0,665		0,55		0,87		0,8	

Приклад. Треба просвердлити чотири дірки $^5/_8''$ та чотири дірки 30 мм у стовпі електричного мотору (фіг. 110); матеріял — сталевий виливок, дуже твердий, свердел — із звичайної струментової сталі.

Розрахунок. З табл. 17 треба:

для свердла $^5/_8''$ (16 мм): $n = 240$ на хвилину, $s = 19 \times 0{,}83 = 15{,}7$ мм на хвилину;

для свердла 30 мм: $n_1 = 128$ на хвилину, $s_1 = 18 \times 0{,}83 = 15$ мм на хвилину.

Хай найближче підходже число обертів на даному свердлильному варстаті будуть 260 та 120 замість табличних обертів 240 та 128. Відповідно до цього змінюються величини подач, а саме:

$$s = \frac{15{,}7 \times 260}{240} = 17 \text{ мм} \qquad s_1 = \frac{15 \times 120}{128} = 14{,}1 \text{ мм}$$

Час свердління 4 дірок $^5/_8''$: $T = \frac{4 \times (40 + 8)}{17} = 10{,}3$ хвилини.

Час свердління 4 дірок 30 мм.: $T_1 = \frac{4 \times (45 + 15)}{14{,}1} = 17$ хвилин.

Разом . . . . 27,3 хвилин.

§ 40. Перед тим як свердлити, треба розначити ті місця, які слід обробити.

Для цього крейдою, розведеною в воді, зафарбовують ці місця та потім на осібній чавуновій розмічальній плиті, користуючись з розмірів, зазначених на рисунку, намічають ті місця, що в них треба свердлити; для цього проводять сталевою голкою (рисувалкою) 2 риски, що перетинаються, вони й дають центр майбутньої дірки.

Для правильного проведення рисок уживають особливого прилада, що зветься *райсмусом* (фіг. 107 та 108).

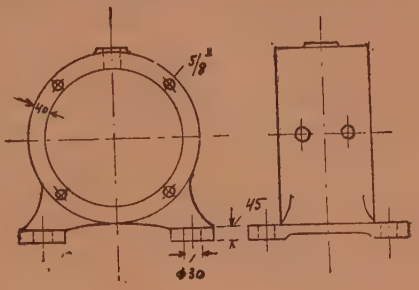
Рисувалка укріплюється на райсмусі на вишині відповідно до розміру, що його зазначено на рисунку, та підчас пересування райсмуса поверхнею розмічального столу своїм гострим краєм проводить потрібну риску. Коли, таким чином, намічено всі центри майбутніх дірок, провадять *кернування* їх.

Ця операція така: спеціяльним струментом — *кернером* (фіг. 111) — на цих центрах роблять неглибокі конічні поглиблення, що їхнє призначення двояке:

1) виразно показати свердлильникові ті місця, де йому треба свердлити (оце й є розмічування);

2) полегшити свердлові початок роботи, усуваючи змогу зсування свердла з центру.

Точність, з якою робиться розмічання, а значить точність збігання дійсних розмірів у натурі з розмірами, що їх зазначено на рисунку, в значній мірі залежить від індивідуальних якостей розмічувача, опріч його дбайливости та сумлінности.



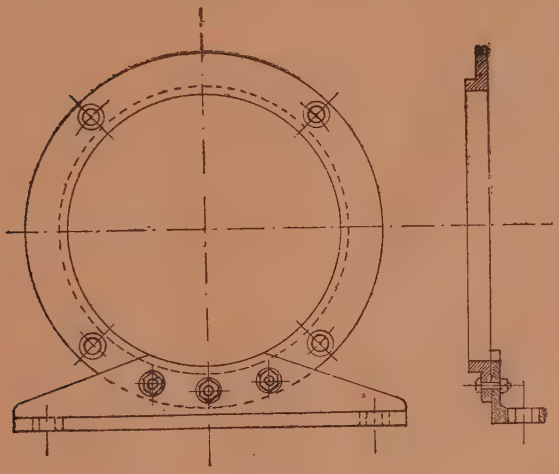
Фіг. 110

Крім того, всі струменти та пристосування, що їх вживає розмічувач, завжди мають деяку помилку, а точність улаштування рисувалки в райсмусі на потрібному розмірі — взагалі величина перемінна, бо залежить од зору та уваги розмічувача.

Фіг. 111

Неточність розмічальної роботи спричинюється до того, що підчас складання готових частин якого-небудь виробу їх доводиться *припасовувати* одну до одної, виправляючи всі помилки, що їх припустили.

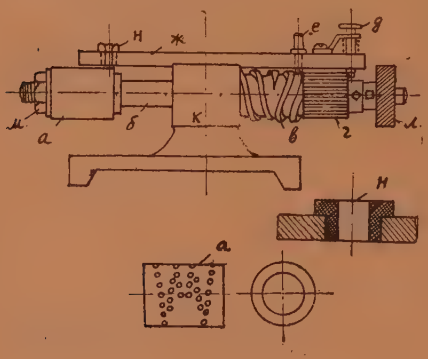
Це ще можна терпіти в малих виробництвах, де виробляються поодинокі вироби або в дуже невеликому числі; але цього не можна припустити на великих заводах, де готуються речі масового вжитку, бо від цього дорожчають вироби завдяки тому, що припасування їх підчас складання дорого коштує.


Фіг. 112

Крім того, споживач має право вимагати від заводу, що він у нього купив виріб, надсилати нові частини замість тієї, що зіпсувалась, а така заміна частин за розмічального способу роботи неможлива. Ці міркування змусили залишити старий спосіб розмічання дірок під свердління та перейти

до свердління за допомогою пристосовань, що звуться *кондукторами*.

§ 41. У найпростішому своєму вигляді кондуктор являє собою залізний аркуш, що на ньому просвердлено дірки, які числом, розмірами та розташованням відповідають вказівкам рисунка.



Фіг. 113

Такий кондуктор накладають на виріб та його дірками користуються як напрямними, свердлячи через ці дірки.

Через те що від довгої роботи дірки кондуктора можуть зноситися та втратити правильний розмір, у ці дірки вставляють загартовані сталеві втулки (фіг. 113), які щільно всуваються в дірки тіла кондуктора та мають внутрішній діяметр (діяметр робочої дірки втулки) трішки більший за величину діяметра свердла.

Фіг. 114

Крім того, в кожного кондуктора мають бути пристосування для закріплення, що дозволяли б просто, але надійно закріпляти кондуктор на речі, яку обробляють, завжди в тому ж стані.

Свердління за допомогою кондуктора, якщо все робиться правильно, найнадійніше та найточніше.

При цьому вироби можна замінити одні на одні без ніякого припасування.

Кондуктори трапляються на практиці від найпростіших до найскладніших; головні вимоги, що їх треба ставити до правильно збудованого кондуктора, такі:

1) яко мога простіша конструкція з можливо меншим числом складових частин, шрубів, прогоничів то-що;

2) особлива дебелість конструкції, що заважає формам змінюватися або ламатися від необережного поводження;

3) простота та надійність закріплення кондуктора на речі, яку обробляють.

За приклад кондуктора простої конструкції може бути каблучковий кондуктор (фіг. 112) для свердління $^5/_8''$ дірки

стовби, мотора (фіг. 110) та дірок φ 30 мм на ніжках цього самого мотора.

Конструкція цього кондуктора зрозуміла з рисунку й не потребує пояснень.

Складнішій кондуктор подано на фіг. 113.

На втулку *а* треба просвердлити ряд дірок, що їх розташовано спіралями, правими та лівими.

На шпіндель *б* кондуктора надівається втулок *а* та закріплюється мутрою *м*. Шпіндель має з двох боків спіральну нарізку *в* та поділювальне трибове колесо *г*, що в нього число зубців дорівнює числу дірок, які треба просвердлити на одній спіралі.

Фіг. 115

Напрямний шпеник *е* входить своїм загартованим краєм у проміжки між спіралями та підчас повертання шпінделя дає відповідну подачу.

Спосіб вживання кондуктора такий.

Втулок *а*, який треба нарізати, надівають на шпіндель та закріплюють мутрою *м*.

Поділювальний шпеник *д* влаштовують у першу прорізку трибового колеса *г* та свердлять через утулок *н* першу дірку. Далі, повертаючи покрутень *л* та переставляючи шпеник *д* на один зубець, поступінно просвердлюють усі дірки.

Подібні кондуктори дуже поширені, вони часто мають складну конструкцію.

§ 42. *Розсвердлювачі* поділяються на пласкі та віблові.

Плаский розсвердлювач (фіг. 114) — це звичайне центрове свердло, в якому центр замінено напрямним чопом.

Вібловий розсвердлювач (фіг. 115) складається із звичайного віблового свердла з прямими або спіральними рівчачками, що мають напрямний чіп.

Діяметр напрямних чопів відповідає діяметрові наявних дірок, що їх треба розсвердлити, а діяметр розсвердлювача — діяметрові дірки, що її розсвердлюють.

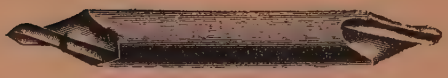
Щоб той самий розсвердлювач можна було вживати для розсвердлювання дірок різних діяметрів, напрямні чопи робляться здіймані й мають нарізку, що за її допомогою їх укручують у сторець розсвердлювача.

Пласкі розсвердлювачі иноді готують так, як показано на фіг. 116.

Такий розсвердлювач складається з віблового стрижня, який має подовжню щілину, в яку вставляється різак *а*, та стягається круглою мутрою *б*.

Фіг. 116

Один край стрижня загострено на конус, яким закріплюють розсвердлювача в шпінделі варстату, другий край має здіймання віблювий чіп *в*.



Фіг. 117

Іноді ці розсвердлювачі роблять простіші та які не мають мутри, що стягає: вона замінюється сталевими клинцями. Стрижень розсвердлювача зветься *баштангою* (фіг. 119).

Фіг. 118

Такі розсвердлювачі особливо придатні для сточування поверхні приливок під головки та мутри прогоничів (фіг. 121).

Отже, розсвердлювач подібний до свердла:

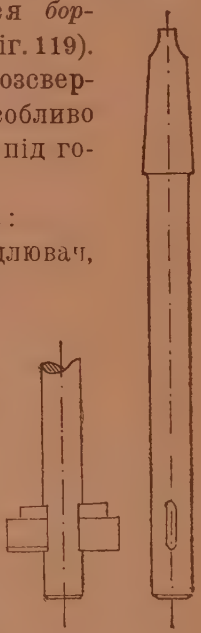
1) характером роботи різання: і розсвердлювач, і свердло роблять цю роботу однаково за допомогою різальних крайок сторця;

2) формою тіла самого струменту.

Ріжниця розсвердлювача від свердла буває:

1) від призначення роботи, як уже сказано вище;

2) через відсутність у свердла напрямного чопу, що він неодмінно має бути в кожного розсвердлювача.



Фіг. 119

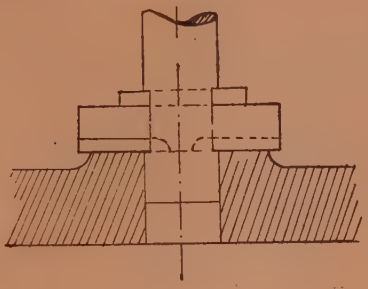
Середнє становище між свердлами та розсвердлювачами мають у свердлильній класі *конічні розвертки* та *раззенковки*.

Конічна розвертка (фіг. 117 та 118) являє собою віблювий свердел з прямими рівчачками; єдине її призначення — це висвердлювання конічних поглиблень, що звуться центрами, в сторцях речей, які треба обробити токарським способом.

Бувши дуже подібним своїм виглядом та призначенням до свердел, конічна розвертка може бути змінена на спіральне свердло, загострене під гострим кутом (коло 60° — 80°).

Фіг. 120

Раззенковка (фіг. 120) — це струмент, що дуже подібний до розсвердлювача; вона призначається для конічного розсвердлювання краю наявної дірки.



Фіг. 121

Раззенковка різниться від розсвердлювача тим, що не має напрямного чопу; замість цього, різальні крайки раззенковки розташовано конічно, і, завдяки цьому, вони дають струментові центричний напрямок.

На підставі вищеподаного *номенклатура* струменту, що ним свердлять, має такий вигляд:

Таблиця 19

Струмент	Рід роботи, що її роблять
Свердло	Роблять наскрізні та ненаскрізні віблові дірки на цілому металі (свердління)
Розсвердлювач	Побільшують діяметр наявних дірок у всю їхню довжину або біля краю (розсвердлювання)
Конічна розвертка	Роблять конічні поглиблення на цілому металі (розвірчування)
Раззенковка	Збільшують конічно діяметр краю наявної дірки (раззенкування)

РОЗДІЛ ВОСЬМИЙ

§ 43. Струмент до розверчування складається із усіх виглядів розверток та призначається, подібно до розсвердлювача, для збільшення діяметру наявних дірок. Проте на цьому подібність розверток та розсвердлювачів і кінчається.

Фіг. 122 Фіг. 123

Цей струмент треба все-таки залучити до окремої класи так призначенням, як і будовою.

Розвертка (фіг. 122 та 123) являє віблове або конічне тіло; бічна поверхня в нього прорізана прямими або спіральними рівчачками, що їхні ребра утворюють робочі різальні крайки розвертки.

Сторець розверток звичайно закруглений, і він у роботі різання не бере участи. Така особливість конструкції належить усім виглядам розверток і становить їхню відмінну особливість, гостро розмежовуючи розвертки та розсвердлювачі.

Підчас роботи розвертки напрямком бувають її різальні крайки, а тому їй не треба напрямного чопу, подібно як у розсвердлювача.

Розвертка, відзначаючися своєю будовою, має своїм призначенням роботу, що цілком відрізняється від роботи розсвердлювача.

Свердла, що продаються, як загальне правило, ніколи не мають точного розміру; цей розмір коливається в деяких межах, що залежать від якости виробів, які випускає фірма, що робить свердла.

Проте часто треба буває просвердлити дірку з певною точністю, часто — в $^1/_{100}$ мм.

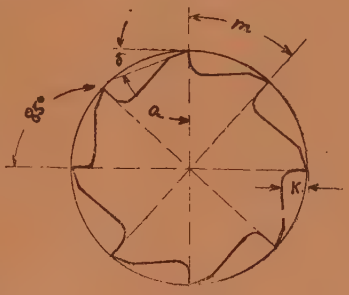
Щоб досягти такої точности, вибирають свердло, а коли треба — то й розсвердлювач, такого діяметра, щоб просвердлена дірка була величиною *менша* за потрібну, не більш як $^1/_2$ — 1 мм.

Потім вибирають або роблять розвертку, що її діяметр точно відповідає заданому діяметрові дірки, і нею знімають тонкий шар металу, що залишається.

Через те що головне призначення розвертки — зробити правильну й точну дірку, треба пильнувати, щоб цей шар був можливо менший, бо тільки за цієї умови розвертка менше спрацьовується й довше зберігає свої розміри.

Звичайно розверткою знімають шар не більший за 0,5 мм. — для дірок до 25 мм, та не більший за 1 мм — для дірок від 25 до 50 мм.

Щоб розвертка могла легко увійти в дірку, що її розверчують, край розвертки иноді робиться трохи конічний.



Фіг. 124

Отже, розвертка відрізняється від розсвердлювача такими ознаками:

1. Різальні крайки в розвертки зроблено на бічній її поверхні, тимчасом у розсвердлювача їх зроблено на сторці.

2. Розвертка не має напрямного чопу, а розсвердлювач має.

3. Розвертка потрібна, щоб доводити наявні дірки до даного точного розміру; розсвердлювач призначається для розсвердлювання, що не потребує особливої точности.

4. Відповідно до свого призначення розвертка має знімати можливо меншу масу металу, а розсвердлювач — можливо більшу.

Характер роботи розвертки, що зветься *розверчуванням*, є заразом свердління та стругання.

Початкову роботу — роботу свердління та знімання матеріялу — робить закруглений або конічний край розвертки, а бічні різальні крайки стружать решту матеріялу, що й становить головну роботу розвертки.

§ 44. Своєю формою, будовою, способом роботи та характером різальних крайок розвертки бувають:

1. *Формою* — віблові, конічні та гранчасті.

2. *Будовою* — цілкові, зубоскладові, порожняві та розсувні.

3. *Способом роботи* — ручні та машинові.

4. *Характером різальних крайок* — спіральнорівчакові та пряморівчакові.

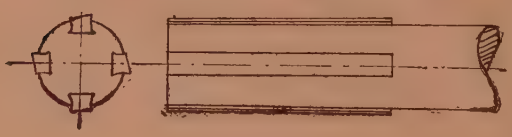
Як розвертку зроблено правильно, то різальні крайки мають бути прорізані радіяльно, як це показано на фіг. 124, а число їх не повинно бути менше за 4 та в усякому разі — парне, щоб можна було перевірити діяметр розвертки за допомогою приладів до вимірювання.

Число різальних крайок залежить від діяметра розвертки та може бути вибрано за такою таблицею:

Таблиця 20

Діяметр розвертки в мм	Число крайок
До 12	6
13 — 25	8
26 — 35	10
36 — 55	12
56 — 75	14

Кут загострення *а* має бути такий, щоб між різальним ребром та поверхнею дірки залишався деякий люз (кут улаштування *б*), отже, взагалі має бути менший за 90°. Що точніша робота та тонший шар металу, що його знімають, то цей кут більший.



Фіг. 125

Для найгрубших робіт кут *а* береться коло 80°, для найточніших — 88°.

Форма рівчаків має бути така, щоб не ослаблювати тіла фрези, а глибина рівчака *к* має становити від $^1/_5$ до $^1/_8$ віддалення між різальними крайками.

Розподіл різальних крайок на колові має бути нерівномірний, цеб-то центральні кути *м*, що вони їх утворюють, мають бути неоднакові, бо в противному разі розвертка вібруватиме; вона вібруватиме від того, що кожна дальша

різальна крайка входитиме в слід, що його залишатиме попередня крайка, отже — плавкість роботи порушуватиметься.

А в тім, щоб можна було перевіряти діяметр розвертки, кожна пара протилежних крайок має лежати на одному діяметрі.

§ 45. Різальні крайки роблять иноді спіральні (фіг. 127) з нахилом спіралі до оси в 15°; як загальне правило, спіралю треба робити лівою, щоб розвертка не заїдалась, але в конічних розверток, що призначені для знімання великої кількости матеріялу, спіралю роблять правою, бо при цьому полегшується робота розвертки; розвертка за такого розташування крайок має нахил закручуватися в дірку, що її розвірчують.

Фіг. 126

Фіг. 127

Своєрідну форму мають різальні крайки в *розвертці Берга* (фіг. 129). Частина крайок у цій розвертці має форму нарізки, яку зроблено, щоб полегшити розвертці вкручуватися в дірку.

Фіг. 128

Фіг. 129 Фіг. 130 Фіг. 131

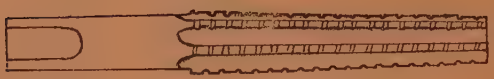
Для розверчування невеликих конічних дірок вживають розверток, що мають у розрізі вигляд гранчака. Найчастіш уживають п'ятигранчастих *розверток Ступса* (фіг. 131).

Для попередньої роботи в тих випадках, коли доводиться знімати багато матеріялу, вживають *хвилястих розверток* (фіг. 133), що їхні різальні крайки прорізаються впоперек спіралі; це полегшує роботу розвертки, бо оструж ка, що її знімають, розбивається на окремі частини.

Як готують великі розвертки, то для економії сталі, яка коштує дорого, тіло розвертки роблять з заліза або чавуну та в прорізані вподовж рівчаки вставляють окремі зубці, що їх легко замінити, як вони зіпсуються.

Звичайно таких *зубоскладових розверток* (фіг. 125) вживається, починаючи з діяметра 50 мм. Звичайну розвертку, після того як її різальні крайки спрацювалися, треба переробити на меншу; в роботі буває така розвертка недовго.

Фіг. 132



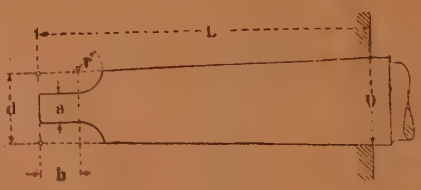
Фіг. 133

Розвертки, що розширюються (фіг. 126), дозволяють у певних межах збільшувати діяметр; завдяки цьому, такі розвертки можуть служити значно довше за звичайні.

Фіг. 134

Збільшення діяметра в такій розвертці можливо через те, що її зубці, входячи в подовжні прорізи тіла розвертки, можуть розсуватися, завдяки конічній затичці, що вони на ній лежать; затичка ця може бути всунута на ту або иншу величину натисканням мутри, що її накручують на нарізаний край розвертки.

Порожняві розвертки (фіг. 128) надіваються на оправку та мають у верхній своїй частині ґару, що в неї входить чіп оправки та не дозволяє розвертці повертатися на оправці. Спідня частина оправки має різьбу та мутру; цею мутрою розвертка щільно притискається до оправки.

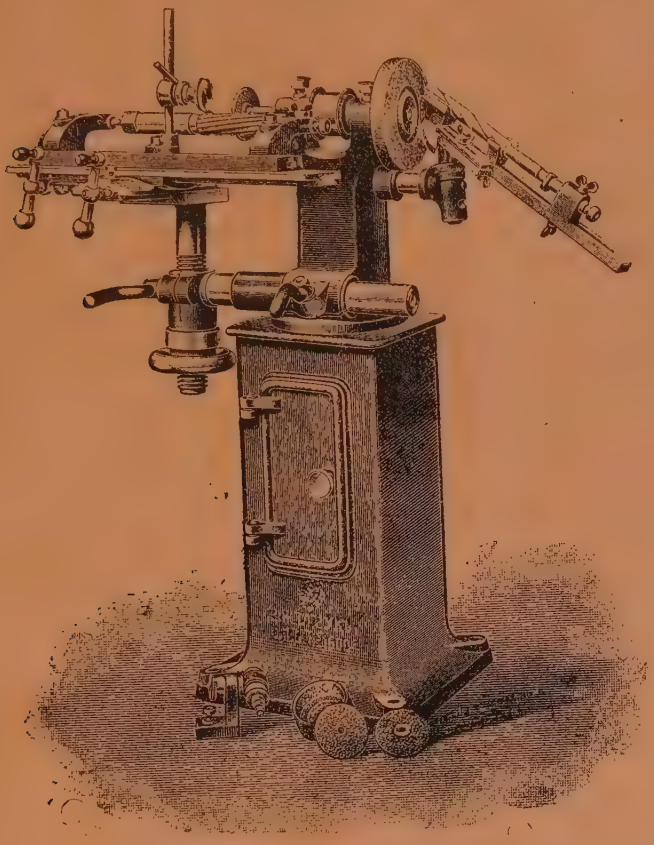


Фіг. 135

Ручні розвертки (фіг. 122, 123, 126, 127 та 129) мають порівнюючи довгі різальні крайки та чотиригранчастий верх.

Машинові розвертки (фіг. 130, 132, 134), що їх призначено для роботи на варстатах, мають короткі різальні крайки та конічний верх.

§ 46. Верх у розверток, так само як і в свердел, служить для закріплення струменту в патроні, що в його отвір вона вставляється. Загальновживані розміри таких конічних верхів - „хвостів“ (фіг. 135) дано в такій таблиці *конусів Морза*. (Див. табл. на 128 стор.).



Фіг. 136

Розвертки гострять на спеціяльних гострильних варстатах (фіг. 136).

Спочатку розвертку згострюють до потрібного діяметра, а потім починають загострювати кут улаштування.

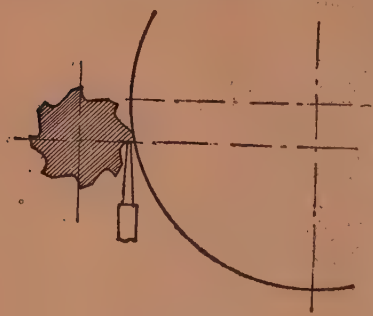
Щоб гостріння провадилося правильно прямою або спіральною лінією, різальне ребро розвертки обпирають в підставку (фіг. 137), яка закріплюється нерухомо відносно гострильного кола.

Таблиця 21

№	1	2	3	4	5	6
D	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,347
d	9,042	14,123	19,278	25,324	36,728	52,755
L	60,324	73,024	90,486	114,297	146,047	203,196
a	5,159	6,350	7,937	11,906	15,875	19,050
b	7,937	9,525	11,112	12,700	15,875	22,225
r	4,762	6,350	7,144	7,937	9,525	12,700
Конусність на 10 мм довжини	0,500	0,5016	0,5016	0,5191	0,5250	0,5216

Напрям повертання кола має бути вибраний так, щоб розвертка колом притискалася до підставки.

Підчас подовжнього пересування розвертки її різальне ребро, обпираючись в підставку, описуватиме пряму або спіральну лінію залежно від форми ребра.



Фіг. 137

Величина кута влаштування залежить від того, як різальне ребро опущено відносно діяметра кола; що нижче воно буде поставлене, то цей кут виходить більший.

Рівчаки нарізають на фрезувальній машині за допомогою поділювальної голівки — спеціяльними фрезами.

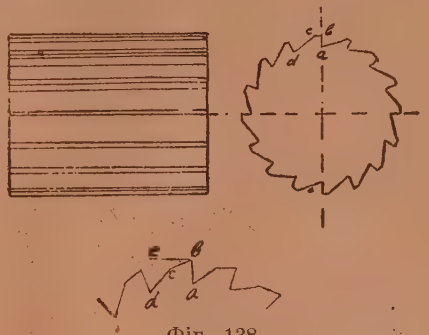
Розвертки, являючи собою точний струмент, вимагають великої обережности підчас роботи ними. Щоб уникнути псування різальних крайок, розвертку не слід класти на залізні речі; ховати їх треба в коморах у дерев'яних скриньках, відокремлюючи одну розвертку від одної та ні в якому разі не класти їх по кілька штук в одну купу.

Головна Бібліотека

РОЗДІЛ ДЕВ'ЯТИЙ

§ 47. *Фреза* являє тіло повертання, що на її бічній, а иноді сторцевій поверхні розташовано різальні ребра. Фрезою роблять на фрезарках, при чому фреза укріплюється на шпінделі варстату горизонтально або вертикально, залежно від роду роботи та конструкції варстату.

Фрези бувають дуже різноманітні; всі вигляди фрез можна поділити на сім головних типів, залежно від того, на якій поверхні розташовані їхні різальні ребра, а саме: 1) віблові, 2) конічні, 3) кутові, 4) сторцеві, 5) віблово-сторцеві, 6) конічно-сторцеві, 7) обрисові.



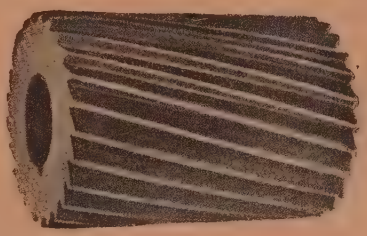
Фіг. 138

Кожний з цих семи типів знов поділяється:

а) своєю конструкцією — на цілкові, збірні, та зубоскладові;

б) характером різальних ребер — на прямозубчасті та спірально-зубчасті;

в) способом закріплення на варстаті — на осьові та хвостові.



Фіг. 139

Родом робіт фрези поділяються на:

1) пласкісні, 2) прорізні, 3) кружалові, 4) обрисові.

Найпоширеніший тип є *віблово-пласкісна фреза* (фіг. 138), яка призначається для обробки площей.

Різальні ребра цієї фрези розташовано на бічній поверхні вібла паралельно або під деяким кутом до його оси.

У першому випадку різальні ребра виходять прямі, в другому випадку — спіральні (фіг. 139).

Якщо фреза має отвори для надівання на оправку, то вона зветься *осьовою фрезою*; а якщо фреза має хвіст, яким укріпляється вона на шпінделі варстату, вона зветься *хвостовою фрезою* (фіг. 140).

Фіг. 140

Для робіт, де доводиться знімати багато металу, вживають *хвилястих фрез* (фіг. 141), що в них різальні ребра зроблені на спіралі. Така будова різальних ребер, розбиваючи стружку на окремі елементи, сприяє фрезі легше різати.

Для економії матеріялу фрези діяметром понад 200 мм робляться із вставними зубцями (фіг. 142). Тіло такої фрези звичайно роблять з осьової стали, а зубці — з струментової, вуглецевої або швидкорізальної стали.

Фіг. 141

Віблова фреза, що її ширина коливається від $^1/_5$ до $^1/_{15}$ діяметра та що її призначається на прорізання вузьких щілин, ґар або для відрізання матеріялу, зветься *прорізною* або ґаровою фрезою (фіг. 143). Тіло та зубці прорізної фрези однакові завширшки.

Діяметр таких фрез звичайно коливається між 60 та 150 мм.

Завод Бровн та Шарп робить прорізні фрези таких розмірів:

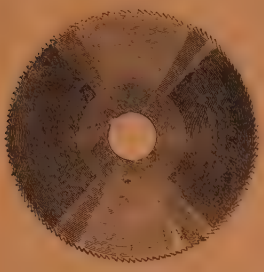
Фіг. 142

Фіг. 143

Таблиця 22

Діяметр фрези	Ширина фрези в мм												
63 . . .	5	6	7	8	9	—		—	—	—	—		—
75 . . .	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	—	—
90 . . .	—	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	—
100 . . .	—	—	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	25

Вузька прорізна фреза, ширина якої коливається в межах $^1/_{15}$ до $^1/_{250}$ діяметра, зветься *пилкою* (фіг. 144); вживається її для розпилювання металу на частини.



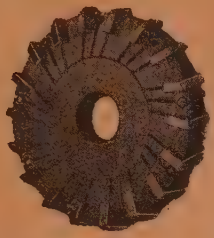
Фіг. 144

Діяметр пилок коливається в межах од 30 до 1500 мм.

Тіло пилки звичайно роблять трішки тоншим за зубці, щоб усунути бічне її тертя підчас роботи.

Кружалова фреза (фіг. 145) має свою назву від того, що має форму кружала, цеб-то вібла, що його ширина менша за діяметр.

Фіг. 145



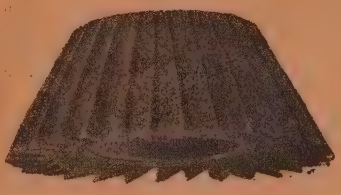
Фіг. 146

Фіг. 147

Від прорізної фрези кружалова фреза відрізняється тим, що різальні ребра в неї розташовуються не тільки на вібловій поверхні, але й на обох бічних сторцевих поверхнях. Тому кружалові фрези належать до фрез віблово-сторцевих.

Кружалова фреза може робити або різальними ребрами, що розташовані на вібловій поверхні, або ребрами, що розташовані на сторцях, або, нарешті, і тими й тими одночасно.

Підчас прорізання рівчаків цими фрезами, завдяки сторцевим різальним ребрам, виходять дуже чисті поверхні.



Фіг. 148

Фіг. 149

Цих фрез вживають також для фрезування чотиригранчастих речей, наприклад, хвостів розверток, голівок шрубів, мутр то-що, при чому їх уживають по двоє надітими на одну вісь або разом з осьовою вібловою фрезою. Крім цілкових кружалових фрез, коли діяметр понад 200 мм, уживають також *зубоскладових кружалових*

фрез (фіг. 146), при чому, через порівняно малу товщину фрези, зубці закріплюються в прорізах бічними конічними загвіздками, що забиваються в щілини, зроблені через один зубець.

Фіг. 150

На фіг. 147 показано хвостову кружалову фрезу, що її діяметр коливається в межах 10 — 20 мм та править для виймання фігурових ґар.

Фіг. 151

Фіг. 152

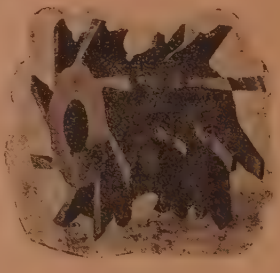
§ 48. *Конічні фрези* (фіг. 148) мають тіло, що являє собою зрізаний конус з різальними ребрами, які сходяться до верху конуса.

Кут, що його складає твірна конуса з його віссю, взагалі може бути дуже різний, але звичайно в продажніх фрезах його роблять на 45°, 50°, 60°, 70° і 80°.

Фіг. 153

Крім зубців на бічній поверхні, конічні фрези иноді мають також зубці, що розташовані каблучкою на поверхні основини конусу.

Дуже часто конічні фрези робляться хвостові (фіг. 149) з конічними або вібловими хвостами.



Фіг. 154

Кутова фреза (фіг. 150 та 151) є не що инше, як подвійна конічна фреза, ніби-то складена з конусів, що повернуті своїми основинами один до одного. Кути цих конусів можуть бути однакові та різні й при тому різних величин. Перші звуться — рівнокутніми, а другі — різнокутніми кутовими фрезами.

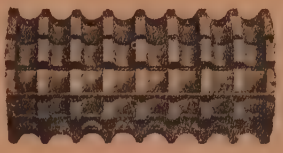
Фіг. 155

Завод Бровн та Шарп робить рівнокутні фрези, що сума їхніх кутів рівна 45° та 60°, а також різнокутні фрези, що в них один кут постійний 12°, а другий в 40°, 48° або 53°.

Сторцеві фрези (фіг. 152) мають зубці на сторцевій поверхні, а також, як майже загальне правило, і на бічній вібловій поверхні.

Потрібні вони для обробки площин та рівчаків і закріплюються на шпінделі варстату вертикально за допомогою хвоста, що в них є.

Обрисові фрези (фіг. 153, 155, 156) можуть бути найрізноманітнішої форми, залежно від обрису поверхень, що їх обробляють.



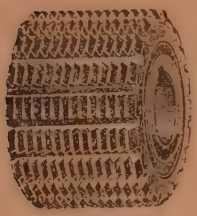
Фіг. 156

До обрисових фрез належать також фрези для мутрових ключів (фіг. 157), для мутрорізів (фіг. 158) та для нарізання гребінок (фіг. 159).

Фіг. 157

Фіг. 158

Фрези для нарізання віблових трибів (фіг. 161) також належать до обрисових фрез.



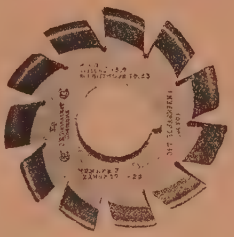
Фіг. 159

Звичайно ці фрези роблять модульні, цеб-то з кроком (відстань між зубцями трибу) рівним числу π, що повторене ціле число разів.

Фіг. 160 — $^1/_2$ нат. вел.

Відношення кроку до числа π зветься *модулем.*

Зуборізальні фрези визначаються величиною модуля та продаються, починаючи з модуля 0,5 до модуля 16, при чому робляться вони справилля-ми з 8 штук для модулів до 9 та з 14 штук для модулів понад 9, призначаючись для нарізання різного числа зубців.



Фіг. 161

На кожній модульній фрезі, звичайно, означено величину модуля та номер справилля.

Число нарізуваних зубців, що відповідає даному номерові справилля, подано в такій таблиці:

Таблиця 23

№№	Число зубців для модулів до 9 включно	Літ.	Число зубців для модулів понад 9
1	12 — 13	A	12
2	14 — 16	B	13
3	17 — 20	C	14
4	21 — 25	D	15 — 16
5	26 — 34	E	17 — 18
6	35 — 54	F	19 — 20
7	55 — 134	G	21 — 24
8	135 та палечна рейка	H	25 — 28
		J	29 — 33
		K	34 — 41
		L	42 — 52
		M	53 — 80
		N	81 — 134
		O	135 та палечна рейка

Вибравши модуль, цеб-то крок зубців трибу, легко вирахувати всі розміри трибового колеса, а саме:

Діяметр початкового кола = числові зубців × модуль.
„ зовнішнього „ = (число зубців + 2) × модуль.
Вишина голівки зубця = модулеві.
Товщина зубця . . . . . = 1,57 × на модуль.
Вишина зубця . . . . . = 2,6 × на модуль.

Хай, приміром, треба зробити трибове колесо з 40 зубцями та з модулем 4.

Діяметр початкового кола = 40 × 4 = 160 мм.
„ зовнішнього „ = 42 × 4 = 168 мм.
Вишина голівки зубця = 4 мм.
Товщина зубця . . . . . = 1,57 × 4 = 6,28 мм.
Вишина зубця . . . . . = $2^1/_6$ × 4 = 8,66 мм.

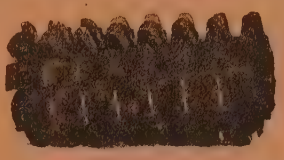
Крім модульних фрез, роблять також зуборізальні фрези з так званим діяметральним кроком (Пітш). Останній означає число зубців, що припадають на 1″ діяметра початкового кола трибу, та дає всі розміри в дюймах.

Вживається таких поділів здебільшого в Америці та Англії, а в Европі та в Росії найбільш уживається модульної системи.

На фіг. 160 показано профілі одного справилля модульних фрез, при чому верхні чопи, що є на профілях, вказують на номер фрези, а спідні — на число зубців трибу.

На рисунку ясно видно, що профіль зубців змінюється, як змінюється їхнє число, та в міру збільшення числа зубців наближається до прямолінійного.

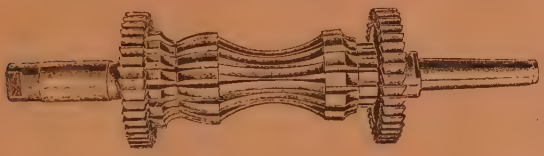
Фрези для нарізання конічних трибів мають таку саму форму, як і для віблових трибів, але товщина їх на багато менша. Фрезуванням не можна зробити точну форму зубця конічного трибу, що поступінно змінюється від зовнішнього краю зубця до внутрішнього, тимчасом фреза може робити тільки зубець однаковий на всю довжину.



Фіг. 162

Через те що западина між зубцями в конічному трибові неоднакова завширшки вподовж зубця, то фрезою одночасно обробляють тільки один бік зубця, повторюючи операцію обробки двічі, щоб мати цілий зубець.

Найменше число зубців, що за нього неточність нарізки ще не дуже велика, це 25 зубців; при цьому довжина зубця повинна перевищувати одну третину довжини твірної конуса трибу.



Фіг. 163

Ніколи не треба для обробки конічних трибів уживати фрез, призначених для віблових трибів.

§ 49. *Шнекова фреза* (фіг. 162) править для нарізання зубців шнекового колеса.

Підчас роботи шнекова фреза, поступінно нарізаючи зубці, примушує колесо повертатись і таким чином виробляє форму зубців теоретично точну.

Шнековою фрезою, призначеною для нарізання шнекового колеса, можна за такого ж принципу нарізати цілком точні зубці у вібловому трибові, якщо нахилити вісь фрези відносно оси трибу під кутом нахилу спіралі фрези.

Робиться шнекова фреза на токарці, на якій виточується шнек; прорізаються подовжні рівчаки, що поділяють спіралю на окремі зубці, на фрезарці.

Збірна фреза (фіг. 163) являє комбінацію кількох фрез, надітих на одну оправку, та вживається для обробки складних

обрисових профілів, для яких або трудно, або дуже дорого робити одну цілкову обрисову фрезу.

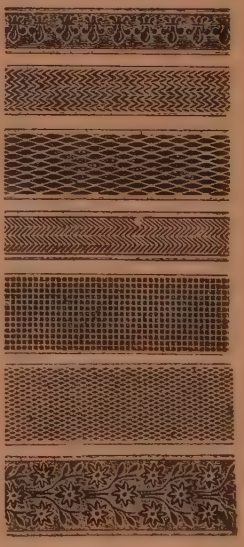
Фіг. 164

Зовсім окремий рід фрез, що в них робота різання звязана з роботою вдавлювання, становлять *накатки* (фіг. 164), в яких зубці можуть бути найрізноманітнішої форми.

Вживають накаток, щоб робити на поверхні виробів обрисових прикрас (фіг. 165) або для надання шорсткости, що полегшує поводження з даною річчю (фіг. 169).

Щоб зробити накочену поверхню, держак (фіг. 166) із вставленими накатками закріплюється на подавачі токарки та притискається до виробу, що повертається та що його влаштовано або на центрах верстату, або затиснуто в патроні.

Держаки можуть бути одинарні, для одної накатки, або подвійні — для двох коліщат. У другому випадку виходить перехресна лінія рисунку.



Фіг. 165

Передня грань *ab* (фіг. 138) зубця фрези зветься *різальною гранню*, верхня грань *bc* — затилком, грань *cd* — задньою гранню. Кут *abc* — кут загострення, кут *abe* — кут різання і, значить, кут *be* — кут влаштування. Ребро *b* є різальна крайка.

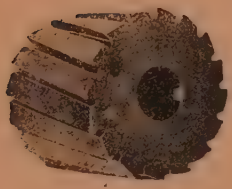
Різальна грань зубця звичайно робиться радіяльна, цеб-то спрямована до центру, і кут різання при цьому дорівнює 90°; кут улаштування коливається в межах 3° — 5°, значить, кут загострення — в межах 85° — 87°.

Спосіб гостріння тупих фрез з зубцями описаної конструкції ніяк не відрізняється від гостріння розверток,

описаного на стор. 124. Після кожного гостріння вишина зубця та діяметр фрези зменшуються; гострити фрезу можна дуже небагато разів.

Фіг. 166

Фрези з зубцями, як на фіг. 138, можуть бути зроблені тільки для простих обрисів різальної крайки, а фрези з обрисовкою фігурною різальною крайкою повинні мати зубці такої будови, що дозволяла б гострити ці фрези, не змінюючи фігури різальної крайки, і, крім того, як, наприклад, у зуборізальних фрезах, дозволяла б гострити, не змінюючи дуже діяметра фрези.

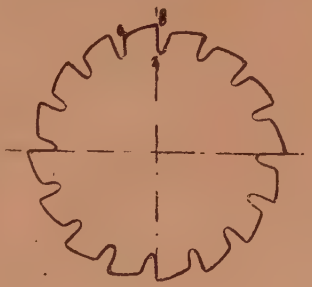

Фіг. 167

Фіг. 168

Така будова зубців здійснена в так званих *затилочних фрезах* (фіг. 157, 158, 161, 162, 167 і 168).

Фіг. 169

Ці фрези названо затилочними тому, що затилок *bc* у цих фрез (фіг. 170) іде вподовж усього зубця, а в звичайних фрезах затилок іде тільки вподовж малої частини зубця.


Фіг. 170

Різальна грань *ab* та задня грань *cd* паралельні, та цілий зубець у всіх площинах перекрою, що паралельні до різальної грани, має однаковий обрис різальної крайки.

Гострять тупі затилочні фрези так, як показано на фіг. 171, цебто згострюють її різальну грань. При цьому гострити можна дуже багато разів, а використовують зубці фрези, поки можна, як показано на фіг. 153 та 154, де зображено ту саму фрезу

в різних стадіях її роботи. Дарма що зубці (фіг. 154) дуже потоншали після багаторазового гостріння, така фреза виконує свою роботу не гірше, ніж спочатку (фіг. 153).

Фіг. 171

Затилок у таких фрез спіральний, обробляють його на спеціяльних затилочних токарках, що мають подавач із спеціяльними пристосованнями, які дозволяють давати різакові певну поперечну подачу, коли повертають фрезу на один зубець.

Фігуровий профіль в обрисових фрез виходить, як їх обточують на токарці обрисовим різаком, що його профіль точно відповідає профілеві зубця фрези.

Затилочної фрези зручно вживати не тільки для обрисових фрез, де її не можна уникнути, але й для звичайних віблових прорізних та кружалових фрез.

Число зубців у звичайних фрез береться за такою таблицею:

Таблиця 24

Діяметр фрези в мм	Число зубців	Діяметр фрези в мм	Число зубців
15	6	65	21
20	8	75	24
25	12	85	26
30	14	100	28
35	16	125	30
50	18	150	32

Число зубців у затилочних фрез вираховується за формулою:

$$Z = 8 + \frac{d - 20}{7}$$

Таблиця 25 дає вираховані за цією таблицею числа зубців для фрез діяметром від 4 до 150 мм.

Таблиця 25

Діяметр фрези в мм	Число зубців	Діяметр фрези в мм	Число зубців
40	11	100	19
50	12	110	21
60	14	130	22
70	15	130	24
80	16	140	25
90	18	150	26

§ 50. *Різання* фрезами (фрезування) провадиться на фрезарках (фіг. 172).

Виріб закріплюється на столі, а фреза — на шпінделі варстату.

Подача провадиться вертикально або горизонтально, відповідно до пересування столу; її можна робити руками або автоматично.

Напрям горизонтальної подачі має бути зустрічний до напряму повертання фрези, як це показано стрілками на фіг. 173.

Від недодержання цього правила може поламатися варстат, якщо тільки варстат не зроблений спеціяльно для иншого способу подачі.

Фіг. 172

Через те що кожний зубець фрези бере участь у різанні тільки один раз підчас повного обертання фрези і, значить, має час охолодитися, то швидкість різання взагалі підчас

фрезування може бути більша, ніж підчас токарських робіт, де різання роблять без перерви.

А в тім, щоб уникнути гостріння, що дорого коштує, та швидкого спрацьовування фрези, загальний принцип економічної роботи на фрезарках вимагає вживання *менших швидкостей та збільшених подач*. Проте підчас обробчих робіт уживають більших швидкостей та малих подач.

Подача підчас фрезування може бути визначена в мм, на один оберт фрези, або в мм за одну хвилину, при чому останнього способу вживають більше.

Фіг. 173

Величина подачі за хвилину залежить від роду та якости матеріялу, від глибини та ширини різання та не залежить од діяметру фрези.

У таблиці 26 подано різні величини подачі залежно від вищезазначених чинників та практичні величини швидкостей різання.

Хоч фрези, зроблені з швидкорізальної стали, і могли б робити із значно збільшеною швидкістю, але перевагу таких фрез слід шукати не в цій їхній властивості, а в тому, що вони допускають вживати збільшених подач, бо, із збільшенням швидкости різання, фрези швидше затупляються, і їх доводиться часто перегострювати, а значить — дорогі фрези швидко зужитковуватимуться.

Через це швидкості різання в таблиці 26 і для фрез із звичайної стали, і для фрез із швидкорізальної стали показано однакові.

Значіння для подач у цій таблиці слід уважати за приблизні, бо, крім вищезазначених чинників, на величину подачі також впливає форма та рід закріплення виробу, конструкція варстату та міра точности роботи.

Підчас роботи на фрезарках слід звертати особливу увагу на належне охолодження фрези мастилом, мильною або содовою водою, що в значній мірі впливає на швидкість різання, яку допускають підчас даної роботи.

§ 51. Час, потрібний для обробки пласкої поверхні вібловою фрезою, визначається дуже просто з дальшої формули:

$$T = \frac{l + y}{s},$$

Таблиця 26

Матеріяли	Фрези	Швидкість різання метрів за хвилину: Обдирання М'який	Обдирання Середній	Обдирання Твердий	Обробка М'який	Обробка Середній	Обробка Твердий	Як ширина фрезування в мм: 50 до 100	100 до 200	200 до 300	50 до 100	100 до 200	200 до 300	50 до 100	100 до 200	200 до 300
								Подача за 1 хвилину в мм становить:								
								Як глибина різання: 2 до 6 мм			7 до 15 мм			Підчас обробчої роботи		
Чавун	Звич.	11	9	6—8	14	12	10	19	16	14	14	13	11	23	20	17
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	27	22	20	20	18	16	35	29	24
Стал. виливок	Звич.	10	9	6—8	13	10	8	17	15	12	12	11	10	22	19	16
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	24	21	19	19	17	14	32	26	22
Хромо-ніклева сталь	Звич.	9	8	7	12	11	10	15	13,5	12	12	10,5	9	19	16,5	14
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	21,5	19	16,5	16,5	15	13	27	24	21
Залізо та осьова сталь	Звич.	16	14	12	20	18	16	23	20	17	17	15	13	30	25	21
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	35	30	25	26	23	10	45	38	32
Бронза та мосяж (латунь)	Звич.	25	20	15	35	30	25	36	30	25	25	23	20	46	40	33
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	53	46	40	40	35	30	70	60	50
Алюміній	Звич.	75	65	—	90	85	—	150	135	120	120	105	90	190	165	145
	Шв. різ.	„	„	„	„	„	„	215	190	165	165	150	130	280	240	200

де: l — довжина відстани обробки,

y — додаткова відстань, що її має пройти фреза, яка залежить від її діяметра та глибини різання,

s — подача в мм за одну хвилину.

Формула для вирахування додаткової відстани фрези така:

$$y = \sqrt{r^2 - (r - x)^2} = \sqrt{d.x - x^2}$$

де: x — глибина різання в мм,

r — радіюс фрези.

Готові значіння y дано в таблиці 27:

Таблиця 27

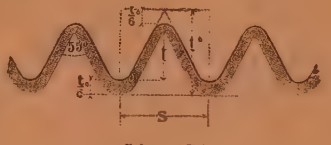
Глибина різання в мм	Діяметр фрези в мм								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2	8,7	9,75	10,8	11,7	12,5	13,3	14	14,7	15,4
3	10,5	11,8	13	14,2	15,2	16,2	17	17,9	18,7
4	12	13,6	15	16,4	17,4	18,6	19,6	20,6	21,6
5	13	15	16,6	18	19,4	20,6	21,8	22,9	24
6	14,3	16,3	18	19,6	21	22,5	23,8	25	26,2
7	15	17,3	19	21	22,6	24	25,5	26,9	28,2
8	16	18,3	20,4	22,3	24	25,6	27,2	28,6	30
9	16,7	19,2	21,4	23,4	25,3	27	28,6	30,2	31,6
10	17,3	20	22,3	24,5	26,5	28,3	30	31,6	33,2
11	—	20,7	23,2	25,4	27,6	29,5	31,3	33	34,6
12	—	21,3	24	26,4	28,6	30,6	32,4	34,2	36
13	—	—	24,7	27,2	29,5	31,6	33,6	35,6	37,3
14	—	—	25,4	28	30,4	32,7	34,7	36,7	38,5
15	—	—	—	28,7	31,2	35,5	35,7	37,8	39,7

РОЗДІЛ ДЕСЯТИЙ

§ 52. Різального струмента вживають для всякого роду шрубової різи.

Різь, або, як її кажуть, нарізка, може бути трикутна, прямокутна та квадратова.

Останніх дві нарізки вживають виключно в машинобудівництві; розміри їх беруться залежно від навантаження, що вони його мають виконувати, та від того, для якої роботи вони призначені.



Фіг. 174

Трикутна нарізка найбільш поширена в усіх галузях уживання застосованих знань, завдяки своїй простоті, зручності та легкості виконання.

Тоді як більша частина робіт нарізання прямокутної або квадратової різи повинна провадитися на токарках та потребує досвідчених рук робітника, трикутну нарізку може зробити руками перший-ліпший навчений робітник.

Завдяки широкому поширенню, що його має трикутна нарізка, на практиці вироблено кілька систем такої нарізки, що з них за найуживанішу слід вважати *нарізку Вітворта та нарізку Левенгерца.* Останніми часами почали вживати ще метричної нарізки, або, як її кажуть, *інтернаціональної* (*нарізка S. J.*).

У нарізці Вітворта (фіг. 174) різь має перекрій рівнобедрого трикутника з кутом біля верху 55°. Зовнішнє та внутрішнє закруглення на глибині $\frac{t^\circ}{6}$ робиться радіюсом, рівним $0{,}143\,t^\circ$.

У таблиці 28 дано розміри шруб за Вітвортом.

Таблиця 28

Система шруб за Вітвортом

Діяметр прогонича		Діяметр стрижня мм	Кількість ниток на 1″	Діяметр свердла під різь в мм
Цалі	Міліметри			
1/16	1,587	1,045	60	1,10
3/32	2,381	1,703	48	1,80
1/8	3,175	2,362	40	2,45
5/32	3,969	2,952	32	3,05
3/16	4,762	3,407	24	3,50
1/4	6,350	4,724	20	5,90
5/16	7,937	6,130	18	6,30
3/8	9,525	7,492	16	7,70
7/16	11,112	8,789	14	9,00
1/2	12,700	9,989	12	10,25
9/16	14,287	11,577	12	11,75
5/8	15,875	12,918	11	13,00
3/4	19,050	15,797	10	16,00
7/8	22,225	18,610	9	19,00
1	25,400	21,334	8	21,50
1 1/8	28,575	23,928	7	24,50
1 1/4	31,749	27,103	7	27,50
1 3/8	34,924	29,503	6	30,00
1 1/2	38,099	32,678	6	33,00
1 5/8	41,274	34,769	5	35,50
1 3/4	44,449	37,944	5	38,50
1 7/8	47,624	40,399	4,5	41,00
2	50,799	43,574	4,5	44,00

Нарізки Левенгерца (фіг. 175) вживають для шруб тонких механічних приладів од 1 до 10 мм діяметром. Вишина нарізки рівняється ходові шруби.

Фіг. 175

Перекрій нарізки являє собою рівнобедрий трикутник з кутом біля верху 53°8.

Кути трикутника зрізано на величину $\frac{h}{8}$.

Розміри нарізки дано в таблиці 29.

Таблиця 29

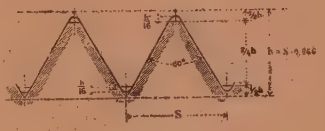
Система шруб за Левенгерцом

Діяметр шруби в мм	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5
Діяметр стрижня в мм	0,625	0,825	0,95	1,175	1,4	1,7	1,925	2,25	2,6
Крок шруби в мм . . .	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	0,6
Діяметр свердла під різь . . .	0,65	0,85	1,00	1,20	1,5	1,78	1,99	2,37	2,64

Діяметр шруби в мм	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10
Діяметр стрижня в мм	2,95	3,375	3,8	4,15	4,5	5,35	6,2	7,05	7,9
Крок шруби в мм . . .	0,7	0,75	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
Діяметр свердла під різь . . .	3,0	3,45	3,91	4,22	4,55	5,41	6,25	7,14	8,0

Інтернаціональна нарізка (фіг. 176) має перекрій у вигляді рівнобічного трикутника з кутом біля верху 60°. Вишина нарізки $h = 0{,}868\,S$.

Кут біля верху трикутника зрізано на величину $\frac{h}{8}$, а кути біля основини закруглено на величину $\frac{h}{16}$.



Фіг. 176

Розміри цієї нарізки дано в таблиці 30.

Таблиця 30

Нарізка S. I. (система інтернаціональна).

Діяметр шруби в мм	Діяметр стрижня в мм	Хід шруби в мм	Діяметр свердла в мм	Діяметр шруби в мм	Діяметр стрижня в мм	Хід шруби в мм	Діяметр свердла в мм
	4,59	1	4,8	33	28,08	3,5	28,5
	5,59	1	5,8	36	30,37	4	31
8	6,24	1,25	6,5	39	33,37	4	34

Таблиця 30 (продовження)

Діяметр шруби в мм	Діяметр стрижня в мм	Хід шруби в мм	Діяметр свердла в мм	Діяметр шруби в мм	Діяметр стрижня в мм	Хід шруби в мм	Діяметр свердла в мм
9	7,24	1,25	7,5	42	35,67	4,5	36,5
10	7,89	1,5	8,2	45	38,67	4,5	39,5
11	8,89	1,5	9,2	48	40,96	5	42
12	9,54	1,75	10	52	44,96	5	46
14	11,19	2	11,7	56	48,26	5,5	49
16	13,19	2	13,7	60	52,26	5,5	53
18	14,48	2,5	15	64	55,56	6	57
20	16,48	2,5	17	68	59,56	6	61
22	18,48	2,5	19	72	62,85	6,5	64
24	19,78	3	20,5	76	66,85	6,5	68
27	22,78	3	23,5	80	70,15	7	71
30	25,08	3,5	25,5	—	—	—	—

Шруби проміжних розмірів мають крок шруби найближчого меншого розміру.

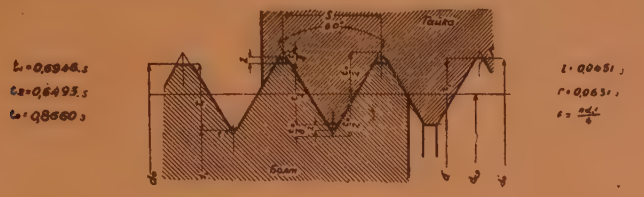
Крім розглянутих вище нарізок, уживають ще так званої „газової нарізки“, що править для нарізання газових труб.

Розмір нарізки визначають на діяметрі труби в прозорі а саму нарізку роблять за такою таблицею:

Таблиця 31

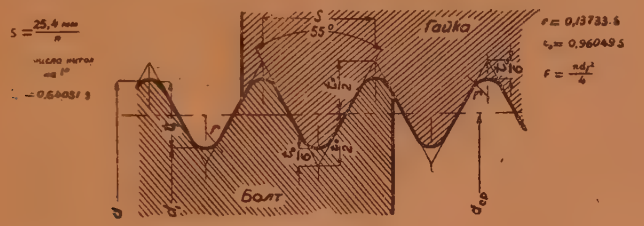
Діяметр труби в прозорі		Зовнішній діяметр нарізки в мм	Внутрішній діяметр нарізки в мм	Число нарізок на анг. палъ	Діяметр труби в прозорі		Зовнішній діяметр нарізки в мм	Внутрішній діяметр нарізки в мм	Число нарізок на 1 анг. палъ
Англ. цалі	Міліметри				Англ. цалі	Міліметри			
1/4	6,35	13	11,3	19	1 1/2	38,10	48	45	11
3/8	9,52	16,5	14,8	19	1 3/4	44,45	52	49	11
1/2	12,70	20,5	18,2	14	2	50,80	59	56	11
5/8	15,87	23	20,7	14	2 1/2	63.50	76	73	11
3/4	19,05	26,5	24,2	14	3	76,20	89	86	11
1	25,4	33	30	11	3 1/2	88,90	101.5	98,5	11
1 1/4	31,75	42	39	11	4	101,60	114	111	11

Цього року Комітет Стандартизації при Раді Праці та Оборони оповістив нормальні нарізки для метричної та цалевої різи, що їхні таблиці подані нижче.



Фіг. 176а

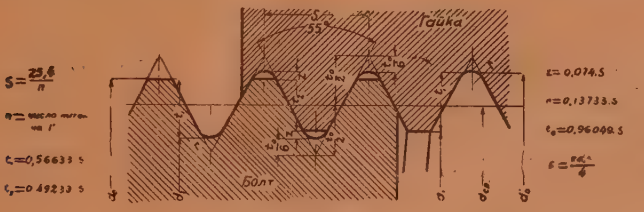
З них табл. 32 стосується до метричної різи для діяметрів од 6 мм до 68 мм, профіль якої показаний на фігурі 176*а*; табл. 33 та 34 стосується до цалевої різи, профіль якої показаний на фіг. 176*б*. та 176*в*.



Фіг. 176б

Проте, ці нарізки ще не мають широкого поширення й більшість заводів поки-що користується з старих систем нарізок.

§. 53 Різальний струмент можна поділити на струмент, що нарізає дірки, та на струмент, що нарізає стрижні.



Фіг. 176в

Перший зветься *мутрорізом*, другий зветься *плашкою*.

Мутрорізи поділяються так:

1. *Своєю формою* — віблові та конічні.
2. *Способом роботи* — ручні та машинові.

Таблиця 32

Прогонич			Прогонич та мутра						Мутра	
Діяметр різи		Площа перекрою стрижня	Середній діяметр різи	Крок різи	Глибина різи	Робоча вишина обкруту	Люз	Радіюс	Діяметр різи	
Зовнішн.	Внутрішн.								Зовнішн.	Внутрішн.
d_0	d_1	F см²	d ср	s	t_1	t_2	z	r	d'_0	d'_1
6	4,611	0,167	5,350	1	0,695	0,650	0,045	0,063	6,090	4,701
(7)	5,611	0,247	6,350	1	0,695	0,650	0,045	0,063	7,090	5,701
8	6,263	0,308	7,188	1,25	0,868	0,812	0,056	0,079	8,113	6,376
(9)	7,263	0,414	8,188	1,25	0,868	0,812	0,056	0,079	9,113	7,376
10	7,916	0,492	9,026	1,5	1,042	0,974	0,068	0,095	10,135	8,052
(11)	8,916	0,624	10,026	1,5	1,042	0,974	0,068	0,095	11,135	9,052
12	9,569	0,718	10,863	1,75	1,216	1,137	0,079	0,111	12,158	9,727
14	11,222	0,989	12,701	2	1,389	1,299	0,090	0,126	14,180	11,402
16	13,222	1,373	14,701	2	1,389	1,299	0,090	0,126	16,180	13,402
18	14,527	1,657	16,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	18,226	14,752
20	16,527	2,145	18,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	20,226	16,752
22	18,527	2,696	20,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	22,226	18,752
24	19,832	3,089	22,051	3	2,084	1,948	0,135	0,189	24,271	20,103
27	22,832	4,094	25,051	3	2,084	1,948	0,135	0,189	27,271	23,103
30	25,138	4,963	27,727	3,5	2,431	2,273	0,158	0,221	30,316	25,453
(33)	28,138	6,218	30,727	3,5	2,431	2,273	0,158	0,221	33,316	28,453
36	30,443	7,279	33,402	4	2,779	2,598	0,180	0,253	36,361	30,804
(39)	33,443	8,785	36,402	4	2,779	2,598	0,180	0,253	39,361	33,804
42	35,748	10,04	39,077	4,5	3,126	2,923	0,203	0,284	42,406	36,154
(45)	38,748	11,79	42,077	4,5	3,126	2,923	0,203	0,284	45,406	39,154
48	41,054	13,23	44,752	5	3,473	3,248	0,226	0,316	48,451	41,505
(52)	45,054	15,94	48,752	5	3,473	3,248	0,226	0,316	52,451	45,505
56	48,359	18,37	52,428	5,5	3,820	3,572	0,248	0,347	56,496	48,855
(60)	52,359	21,53	56,428	5,5	3,820	3,572	0,248	0,347	60,496	52,855
64	55,664	24,34	60,103	6	4,168	3,897	0,271	0,379	64,541	56,206
68	59,664	27,96	64,103	6	4,168	3,897	0,271	0,379	68,541	60,206

Увага: Діяметрів різи, що в дужках, по змозі не вживати.

Обов'язковість вживати цього стандарту, а також термін та порядок його запровадження встановлюється для кожного стандарту різьбарських виробів зокрема.

Затвердив Комітет Стандартизації при Раді Праці та Оборони 4 грудня 1926 р.

Таблиця 33

Номінальний діямето різи (цалі)	Прогонич та мутра								
	Діяметр різи		Площа перекр. стрижня	Середн. діяметр різи	Крок різи	Глибина різи	Радіюс	Число ниток на 1″	Теоретична вишина різи
	Зовнішн.	Внутрішн.							
	d	d_1	F см²	d ср	S	t_1	r	n	t_0
3/16	4,762	3,408	0,091	4,085	1,058	0,677	0,145	24	1,017
1/4	6,350	4,724	0,175	5,537	1,270	0,813	0,174	20	1,220
5/16	7,938	6,131	0,295	7,034	1,411	0,904	0,194	18	1,355
3/8	9,525	7,492	0,441	8,509	1,588	1,017	0,218	16	1,525
(7/16)	11,112	8,789	0,607	9,951	1,814	1,162	0,249	14	1,743
1/2	12,700	9,989	0,784	11,345	2,117	1,356	0,291	12	2,033
(9/16)	14,288	11,577	1,052	12,932	2,117	1,356	0,291	12	2,033
5/8	15,875	12,918	1,311	14,397	2,309	1,479	0,317	11	2,218
3/4	19,050	15,798	1,960	17,424	2,540	1,626	0,349	10	2,440
7/8	22,225	18,611	2,720	20,418	2,822	1,807	0,388	9	2,711
1	25,400	21,334	3,575	23,367	3,175	2,033	0,436	8	3,050
1 1/8	28,575	23,929	4,497	26,252	3,629	2,323	0,498	7	3,485
1 1/4	31,750	27,104	5,770	29,427	3,629	2,323	0,498	7	3,485
(1 3/8)	34,925	29,504	6,837	32,215	4,233	2,711	0,581	6	4,066
1 1/2	38,100	32,679	8,388	35,390	4,233	2,711	0,581	6	4,066
(1 5/8)	41,275	34,770	9,495	38,022	5,080	3,253	0,698	5	4,879
1 3/4	44,450	37,945	11,308	41,198	5,080	3,253	0,698	5	4,879
(1 7/8)	47,625	40,397	12,817	44,011	5,644	3,614	0,775	4 1/2	5,421
2	50,800	43,572	14,911	47,186	5,644	3,614	0,775	4 1/2	5,421
2 1/4	57,150	49,019	18,872	53,084	6,350	4,066	0,872	4	6,099
2 1/2	63,500	55,369	24,078	59,434	6,350	4,066	0,872	4	6,099
2 3/4	69,850	60,557	28,802	65,204	7,257	4,647	0,997	3 1/2	6,970
3	76,200	66,907	35,159	71,554	7,257	4,647	0,997	3 1/2	6,970
3 1/4	82,550	72,542	41,330	77,546	7,815	5,004	1,073	3 1/4	7,507
3 1/2	88,900	78,892	48,883	83,896	7,815	5,004	1,073	3 1/4	7,507
3 3/4	95,250	84,409	55,959	89,829	8,647	5,421	1,163	3	8,132
4	101,600	90,759	64,695	96,179	8,647	5,421	1,163	3	8,132

Увага: 1. Цаль дорівнює 25,4 мм. 2. Розмір d дорівнює розмірові дó на таблиці ОСТ 33 — б. 3. Діяметрів різи, що в дужках, по змозі не вживати. 4. Допусти для різи будуть дані згодом.

Обов'язковість вживати цього стандарту, а також термін та порядок його запровадження встановляється для стандарту різьбарських виробів зокрема.

Затвердив Комітет Стандартизації при Раді Праці та Оборони 25 лютого 1927 р.

Таблиця 34

Нормальний діяметр різи	Прогонич			Прогонич та мутра.								Мутра	
	Діяметр різи		Площа перекрою стрижня	Середн. діяметр різи	Крок різи	Глибина різи	Робоча вишина труби	Люз	Радіюс	Число ниток на 1"	Теоретична вишина різи	Діяметр різи	
	Зовнішн.	Внутрішн.										Зовнішн.	Внутрішн.
	d_0	d_1	F см²	d ср	s	t	t_2	z	r	n	t_0	d'_0	d_1
3/16	4,606	3,408	0,091	4,085	1,058	0,599	0,521	0,078	0,145	24	1,017	4,762	3,564
1/4	6,162	4,724	0,175	5,537	1,270	0,719	0,625	0,094	0,174	20	1,220	6,350	4,912
5/16	7,729	6,131	0,295	7,034	1,411	0,799	0,695	0,104	0,194	18	1,355	7,938	6,399
3/8	9,290	7,492	0,441	8,509	1,588	0,899	0,782	0,117	0,218	16	1,525	9,525	7,727
(7/16)	10,844	8,789	0,607	9,951	1,814	1,027	0,893	0,134	0,249	14	1,743	11,112	9,058
1/2	12,387	9,989	0,784	11,345	2,117	1,199	1,042	0,156	0,291	12	2,033	12,700	10,302
(9/16)	13,974	11,577	1,052	12,932	2,117	1,199	1,042	0,156	0,291	12	2,033	14,288	11,890
5/8	15,534	12,918	1,311	14,397	2,309	1,308	1,137	0,171	0,317	11	2,218	15,875	13,260
3/4	18,675	15,798	1,960	17,424	2,540	1,438	1,251	0,188	0,349	10	2,440	19,050	16,173
7/8	21,808	18,611	2,720	20,418	2,822	1,598	1,389	0,209	0,388	9	2,711	22,225	19,028
1	24,931	21,334	3,575	23,367	3,175	1,798	1,563	0,235	0,436	8	3,050	25,400	21,804
1 1/8	28,039	23,929	4,497	26,252	3,629	2,055	1,786	0,268	0,498	7	3,485	28,575	24,465
1 1/4	31,214	27,104	5,770	29,427	3,629	2,055	1,786	0,268	0,498	7	3,485	31,750	27,640
(1 3/8)	34,299	29,504	6,837	32,215	4,233	2,397	2,084	0,313	0,581	6	4,066	34,925	30,130
1 1/2	37,474	32,679	8,388	35,390	4,233	2,397	2,084	0,313	0,581	6	4,066	38,100	33,305
(1 5/8)	40,524	34,770	9,495	38,022	5,080	2,877	2,501	0,376	0,698	5	4,879	41,275	35,521
1 3/4	43,699	37,945	11,308	41,198	5,080	2,877	2,501	0,376	0,698	5	4,879	44,450	38,696
(1 7/8)	46,791	40,397	12,817	44,911	5,644	3,197	2,779	0,417	0,775	4 1/2	5,421	47,625	41,232
2	49,966	43,572	14,911	47,186	5,644	3,197	2,779	0,417	0,775	4 1/2	5,421	50,800	44,407
2 1/4	56,211	49,019	18,872	53,084	6,350	3,596	3,126	0,469	0,872	4	6,099	57,150	49,958
2 1/2	62,561	55,369	24,078	59,434	6,350	3,596	3,126	0,469	0,872	4	6,099	63,500	56,308
2 3/4	68,777	60,557	28,802	65,204	7,257	4,110	3,573	0,536	0,997	3 1/2	6,970	69,850	81,630
3	75,127	66 907	35,159	71,554	7,257	4,110	3,573	0,536	0,997	3 1/2	6,970	76,200	67,980
3 1/4	81,395	72,542	41,330	77,546	7,815	4,426	3,848	0,578	1,073	3 1/4	7,507	82,550	73,698
3 1/2	87,745	78,892	48,883	83,896	7,815	4,426	3,848	0,578	1,073	3 1/4	7,507	88,900	80,048
3 3/4	93,998	84,409	55,959	89,829	8,467	4,795	4,168	0,626	1,163	3	8,132	95,250	85,660
4	100,348	90,759	64,695	96,179	8,467	4,795	4,168	0,626	1,163	3	8,132	101,600	92,010

Увага: 1. Цаль дорівнює 25,4 мм. 2. Діяметрів різи, що в дужках, по змозі не вживати. 3. Допусти для різи будуть дані згодом.

Обов'язковість вживати цього стандарту, а також термін та порядок його запровадження встановляється для кожного стандарту різьбарських виробів зокрема.

Затвердив Комітет Стандартизації при Раді Праці та Оборони 25 лютого 1927 р.

3. *Призначенням* — глухі, прохідні, мутрові та платівкові (або перевідники).

4. *Своєю конструкцією* — цілкові, ті, що поширюються, та розсувні.

5. *Системою нарізки* — *Вітворта, Селерса, Левенгерца, інтернаціональні, прямокутні та газові.*

Платівки відрізняються так:

1. *Своєю формою* — квадратові та круглі.

2. *Конструкцією* — цілкові, із всувними гребінками, пружинуваті, розсувні.

Мутроріз являє шрубу, прорізану вподовж своєї осі кількома рівчаками, що утворюють різальні руби мутрорізу.

Таких рівчаків роблять звичайно чотири, та тільки платівкові мутрорізи мають від 6 до 8 рівчаків.

Профіль рівчаків (фіг. 177) складається з одного луку, що радіює його дорівнює діяметрові мутрорізу, та другого луку, що його радіюс дорівнює $^1/_6$ діяметра мутрорізу.

Фіг. 177

Фіг. 178

Іноді профіль рівчаків роблять такий, як показано на фіг. 178, складаючи його з прямої лінії, що паралельна діяметрові мутрорізу та луку, що його радіюс рівний $^1/_8$ діяметра мутрорізу.

Щоб мутроріз з таким профілем був досить дебелий, доводиться побільшувати розмір затилка m, що впливає на побільшення тертя та, значить, потребує витрати великого зусилля підчас нарізки. Коли профіль такий, як на фіг. 177, то розмір m робиться 0,2, а коли профіль, як на фіг. 178, то розмір робиться 0,25 діяметра.

Щоб зменшити тертя, затилок у машинових та конічних мутрорізок трошки знімається для утворення люзу (кут улаштування). Хвіст у мутрорізів звичайно робиться квадратовим з рубами, що їхній напрямок збігається з різальними рубами мутрорізу.

Кут різання роблять звичайно 90° і тільки для мутрорізів, що нарізають бронзу, цей кут доводять до 95°.

Віблові мутрорізи (фіг. 179) мають по всій довжині рівну нарізку, і тільки кінець трошки сточується конусом, щоб полегшити початок різання мутрорізом.

Віблових мутрорізів вживається для нарізання ненаскрізних (глухих) дірочок, що призначаються для зашрубків (зашрубок — нарізаний стрижень без голівки). Через це вібловий мутроріз зветься *глухий* або *корінний* (від німецької назви Grund bohrer).

Фіг. 179

Щоб і в не глибоких дірочках могла вийти правильна нарізка, нарізана частина віблового мутрорізу робиться яко мога коротша, а число мутрорізів, що ними послідовно проходиться різь, береться від 3 до 5, при чому на першому мутрорізі різь згострюється майже цілком, на другому різь залишається повніша й т. д., а на останньому мутрорізі її зовсім не займають.

Фіг. 180

Завдяки такій будові, робота різання розподіляється рівномірно між усіма мутрорізами, а останній мутроріз тільки остаточно обробляє різь.

Слід звернути особливу увагу на те, щоб взагалі підчас нарізання дірочок, а особливо глухих, діяметр просвердленої дірки був у достатній мірі великий і *ні в якому разі не менший за діяметр стрижня відповідної шруби.*

Фіг. 181

Мутроріз має тільки нарізати, але в жодному разі не свердлити дірку.

Правильно просвердлена дірка під різь має бути на деяку величину більша за стрижень нарізки (див. таблиці 28, 29 та 30).

Як загальне правило, мутрорізи майже завжди ламаються, тому що дірка, яку нарізають, була замало просвердлена.

Як на варстатах нарізають глухі дірки, неможливо визначити момент, коли мутроріз уже дійшов до дна, а тому мутроріз неминуче ламається.

Запобіжний прилад (фіг. 180), якого вживають підчас таких робіт, призначається зупиняти повертання мутрорізу

в той момент, коли він упреться в дно дірки. Прилад складається з металевого рукава з дрібними скісними зубцями; верхня половина рукава *б* посаджена на стрижень *а*, а спідня половина *в* може вільно повертатись на цім стрижні.

Обидві половинки рукава притискаються одна до одної спіральною пружиною, що її сила натискання регулюється мутрою *і* та розрахована так, що за нормальної роботи зубці рукава зачіпались одні об одні.

Фіг. 182

Як мутроріз дійде до дна дірки, обидві половинки рукава зміщуються одна відносно одної, пружина стискається, зубці роз'єднуються і спідня половина рукава *а* разом з мутрорізом зупиняється.

Конічні мутрорізи (фіг. 181) мають нарізку, загострену по всій довжині, і можуть уживатися у двох випадках: щоб нарізати порівняно довгі наскрізні (прохідні) дірки, і тоді вони звуться *прохідні*, та 2) щоб нарізати мутри, що в них довжина нарізаної частини (вишина мутри) звичайно не буває більша за діяметр відповідного прогонича; такі мутрорізи звуться *мутровими* або *маточними* (від німецької назви Mutterbohrer).

Фіг. 183

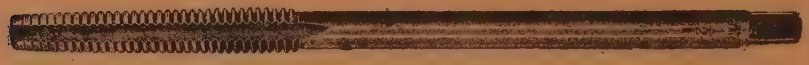
Довжина нарізаної частини конічних мутрорізів робиться більша, ніж у віблових, і проходженням одного мутрорізу знімається більше матеріялу; через це справилля конічних прохідних мутрорізів звичайно робиться не більш за три штуки.

Фіг. 184

Затилок у конічних мутрорізів, як уже зазначено вище, треба знімати, щоб утворився належний кут улаштування, а у віблових мутрорізів цей кут може бути значно менший або його навіть може й зовсім не бути.

Конічних прохідних мутрорізів иноді вживається також і для нарізання глухих дірок, але при цьому трудно мати до самого краю чисту та правильну різь, а тому по змозі

слід уникати вживання їх у цих випадках. Мутрових мутрорізів (фіг. 182) уживається для нарізання мутрів в один прохід, а через те конусність їхню та довжину розраховано так, щоб нарізка, сходячи на *ні* на початку мутрорізу, мала свій цілковитий перекрій біля його краю.



Фіг. 185

Тому такі мутрорізи бувають порівняно довгі.

Крім цих типів конічних мутрорізів, до деякої міри поширені *мутрорізи Берга* (фіг. 183) та *мутрорізи-свердли* (фіг. 184).

Будова перших має на меті роздробити стружку на окремі частини і, значить, полегшити роботу мутрорізові.

Другі призначаються охороняти мутрорізи від ламання, коли нарізається не дуже широкі дірочки. Свердло, входячи в таку вузьку дірку, розсвердлює її до потрібного діяметра, залишаючи мутрорізові тільки нормальну частину роботи й цим охороняючи мутроріз від можливого ламання.

Фіг. 186

Фіг. 187

Ці обидва типи мутрорізів не мають будь-якого широкого поширення.

Платівкових мутрорізів (фіг. 186) вживається для нарізання шруборізних платівок, і бувають вони віблові та конічні. Як вже зазначено вище, число рівчаків у таких платівок береться від 6 до 8.

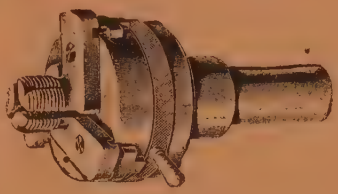
Мутрорізи, призначені для нарізання квадратових платівок (для баківниць), повинні мати діяметр, побільшений на подвійну глибину нарізки, бо платівка, нарізана таким мутрорізом, має певний кут улаштування, що зменшує тертя та полегшує роботу платівки.

Мутрорізи для нарізання круглих платівок мають діяметр точно рівний діяметрові прогонича, що його платівка нарізає.

§ 54. Всі розглянуті типи мутрорізів, що призначені для ручної роботи, відрізняються від машинових мутрорізів, себто мутрорізів, що їм рух надають варстати, тим, що ширина

затилка *m* (фіг. 177) в машинових мутрорізів становить тільки 0,15 діяметра мутрорізу, за винятком платівкових мутрорізів, в яких ця ширина буває різна, залежно від числа рівчаків.

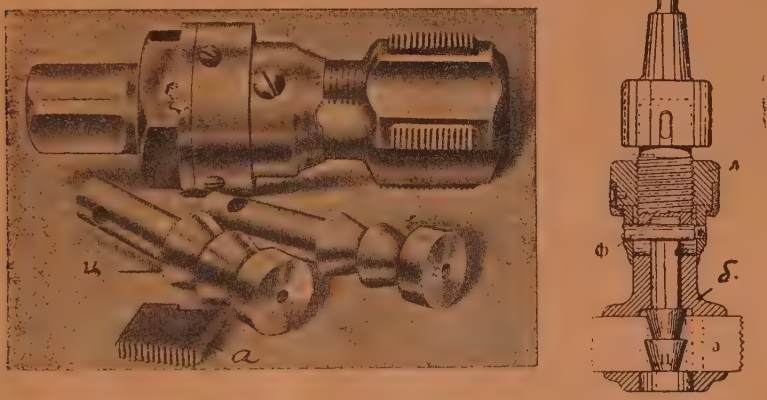
Ручні віблові мутрорізи для більшої стійкости в роботі мають готуватися з цілковим затилком, а машинові мутрорізи, як загальне правило, завжди мають затилок знятий, щоб мутроріз не заїдався та не ламався.



Фіг. 188

Щоб зручніше скеровувати мутроріз підчас роботи, машинові мутрорізи иноді робляться з напрямним чопом, що входить у дірку, яку нарізають, і дає мутрорізові точний та стійкий напрям підчас нарізання.

Машиновий мутровий мутроріз має дуже довгу ненарізану частину — цівку (фіг. 185). Підчас роботи таким мутрорізом нарізані мутри нанизуються на цівку та, в міру заповнення її, знімаються з мутрорізу. Завдяки цьому зберігається



Фіг. 189

час, що його треба було б витратити на знімання кожної мутри зокрема, якби мутрорізи були короткі.

Фіг. 187, 190 являють *машинові платівкові мутрорізи* (машинові перевідники), що мають напрямний чіп.

Профіль рівчаків у цих мутрорізів звичайно вибирається у вигляді лука кола.

Мутроріза, що розширюється (фіг. 189), вживається в тих випадках, коли треба нарізати дірку дуже точно або великого

діяметра. Звичайний цілковий мутроріз після гартування деформується, і його розміри можуть на бажання змінятися.

Передбачати міру деформації (зміни форм) та бік, куди піде деформація, цеб-то збільшиться чи зменшиться мутроріз, неможливо, а тому зробити цілком точну нарізку звичайним цілковим мутрорізом — завдання дуже трудне. Тіло мутроріза *б*, що розширюється, має чотири прорізи, куди вставляються нарізані гребінки *а*.

Фіг. 190

Пересуваючи конуси *ц*, гребінки можна розсунути до потрібного точного розміру.

Стрижень конусів має дірку, через яку пропускається лаштунковий зашрубок *ф*.

Конуси пересуваються повертанням мутри *л*.

Величина, на яку може розширитися мутроріз, залежить від його діяметра й коливається від 15 до 25 мм.

Мутроріз має три конусні стрижні, і кожному з них відповідає певна межа розширення мутрорізу.

Мутрорізів, що розширюються, вживається й у тих випадках, коли діяметр дірки, яку нарізають, настільки великий, що робити цілковий мутроріз неекономно, бо сталь дорого коштує.

Фіг. 191

Звичайно вживають таких мутрорізів, починаючи з діяметра 70 мм, хоч бувають конструкції мутрорізів, що їхній найменший діяметр починається з 25 мм.

Розсувних мутрорізів (фіг. 188) вживається підчас машинового нарізання дірок з метою економії часу, потрібного для викручування мутрорізу з нарізаної дірки.

Стрижень такого мутрорізу складається з трьох частин, прикріплених до трьох ковзанців, що можуть одночасно пересуватися у відповідних прорізах патронової голівки.

Зсуваючи ковзанці, зменшують діяметр мутрорізу, і через це його можна вийняти з нарізаної дірки, не викручуючи.

Мутроріз з прямокутною нарізкою (фіг. 191) відрізняються від розглянутих тим, що правлять для нарізання прямокутної різи.

Затилок у таких мутроріз, через те що перекрій різи дуже великий, має зніматися дужче, ніж у мутроріз з трикутною нарізкою.

Як нарізаються дірки діяметром понад 16 мм, то раніш нарізають різаком і тільки остаточно обробляють мутроріз.

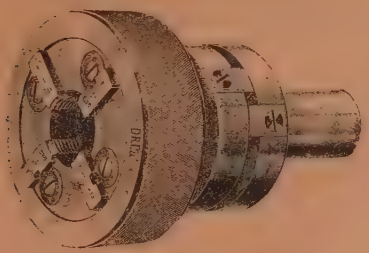
Залежно від матеріялу, для нарізання вживається од 2 до 4 мутроріз.

Фіг. 192

Ширина зубця в попередніх мутроріз з прямокутною нарізкою береться зменшена та тільки в чистовому мутроріз зубцеві надається правильного розміру.

Якщо мутроріз вживати необережно та невміло, то вони часто ламаються, при чому в нарізаній дірці залишається уламок мутроріз.

Щоб вийняти такий уламок, якщо кінчик його замалий і його не можна взяти плескогубцями або иншим струментом, то його нагрівають на великому вогні й від того він розм'якшується.



Фіг. 193

У розм'якшеному стрижні висвердлюють дірку та надають їй чотирикутної форми, і мутроріз викручується простим сторцевим ключем.

Якщо мутроріза не можна нагрівати, бо цим можна пошкодити виріб, то роблять спеціяльний ключ, який на сторці має стільки чопів, скільки канавок у мутроріз, і мутроріз викручується вкручуванням цих чопів у рівчачки мутроріз.

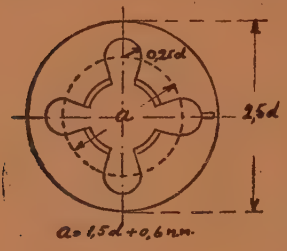
§ 55. *Платівкою* (фіг. 192) зветься струмент, що його призначається робити нарізку всякого роду круглих стрижнів.

Платівки складаються з круглих або квадратових платівок, з центральними дірками, що мають відповідну нарізку.

Щоб платівка могла різати, на нарізці платівки роблять звичайно чотири прорізи, що утворюють різальні ребра нарізки.

Звичайні круглі платівки (фіг. 194) мають зовнішній діяметр, що рівняється 2,5 діяметра шруби, яку нарізають, а товщину не меншу за 1,25 діяметра шруби, яку нарізають.

Щоб зробити прорізи, за допомогою кондуктора свердлять дірки, діяметр яких робиться коло 0,5 шруби, що її нарізають.



Фіг. 194

Центр цих дірок лежить на колі, що його діяметр a дорівнює 1,5 діяметра нарізуваної шруби $+0{,}6$ мм.

За такого розташування дірок між ними та нарізкою залишається проміжок 0,3 мм, що його потім спилюють терпугом.

У прорізі, що так утворився, боки мають іти до центру й при тому так, щоб два протилежні ребра лежали на одному діяметрі.

При цьому утворюється кут різання в 90° та ширина прорізу, що достатня для проходження остружки.

Через те що діяметр стрижня, який нарізають, рівняється зовнішньому діяметрові нарізки платівки, треба до одного або обох сторців платівки приробити конічну розточку, яка полегшує початок різання.

Найвигідніш конусність розточки брати 15° — 18°, захвачуючи перші два обкрути нарізки.

Фіг. 195

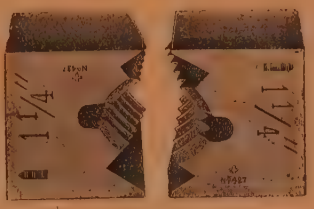
Нарізаються платівки спеціяльними мутрорізами-перевідниками (фіг. 186, 187, 190).

Діяметр мутрорізу для круглих платівок робиться рівний діяметрові прогонича, що його нарізають, а для квадратових платівок, що їх уживають у баківницях та що вони складаються з двох половинок, діяметр мутрорізу збільшується на подвійну глибину нарізки, і це дає збільшений кут улаштування різи платівки та полегшує її роботу.

Звичайно круглі платівки мають бічний розріз, що править для регулювання. Регулюється діяметр платівки пружинуватою силою самої платівки, як вкручується або викручується влаштувальна шруба патрону, що в нього вложено платівку.

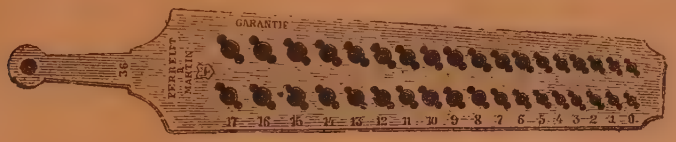
Вічний розріз платівки треба робити з середини та не доводити його до краю, залишаючи платівку ненарізану, щоб вона підчас гартування не викривлялася та не розтріскувалася.

Фіг. 196



Фіг. 197

Після гартування та відгартовування проміжок, що залишився, дуже легко прорізається тонким шмерґелевим колом.

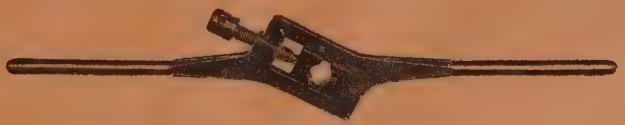


Фіг. 198

Круглі платівки иноді роблять *пружинуваті*, як показано на фіг. 195, приробляючи до них улаштувальні шруби.

Фіг. 199

Круглі платівки для нарізання шрубів діяметром понад 50 мм роблять із *вставними гребінками* (фіг. 193).

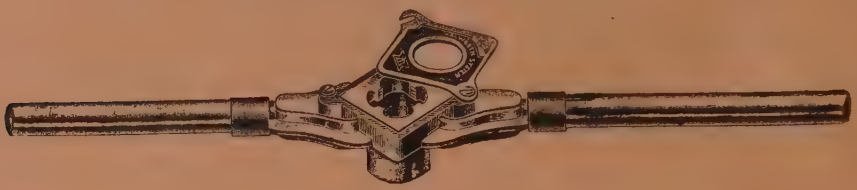


Фіг. 200

Тіло такої платівки (каблучка) робиться з дешевого матеріялу (осьової сталн або чавуну) та має прорізи, в які щільно входять нарізані сталеві платівки; ці платівки тримають на місці або силою тертя, або спеціяльними шрубами. Останній спосіб показано на фіг. 193, при чому рисунок являє платівку, вставлену в обіймицю патрону.

Внутрішній діяметр каблучки береться рівний 1,3, а товщина гребінок 0,2 діяметра прогонича, що його нарізають, як гребінок чотири.

Розсувні платівки роблять найрізноманітніших конструкцій. Одну з них показано на фіг. 196.

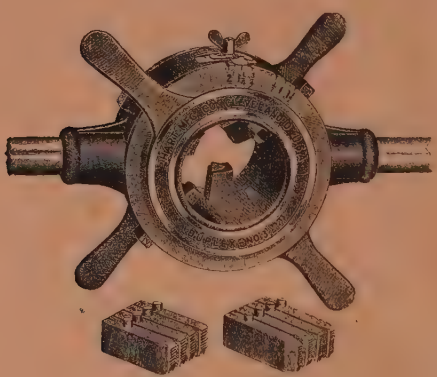


Фіг. 201

Будова її аналогічна до будови розсувного мутрорізу, показаного на фіг. 188.

Квадратові платівки (фіг. 197) складаються з двох частин, що пересуваються в обіймиці баківниці за допомогою влаштувального прогонича баківниці.

У міру поглиблення різи, що її роблять, обидві половинки платівки поступінно зсуваються, поки вийде нормальна чиста різь.



Фіг. 202 — 203

Шрубувальні дошки (фіг. 198) являють цілий асортимент платівок та правлять для ручного нарізування невеликих шруб, що для них не треба особливої чистоти та точности обробки.

Для держання підчас роботи мутрорізів та платівок правлять *коливороткн*, *баківниці* та *патрони*.

Коливороток (фіг. 199) уважається для роботи ручним мутрорізом та має звичайно до трьох квадратових дірок, куди вставляють хвости мутрорізів.

Звичайна або *скісна баківниця* (фіг. 200) має поширену частину — обіймицю, куди вставляються обидві половинки платівки та влаштувальний прогонич, яким зсувають платівки.

Напрямні площі обіймиці та край улаштувального прогонича загартовані.

Фіг. 201 показує *американську баківницю* системи *Вальворта* з цілковою квадратовою платівкою.

Осібний тип *баківниці для газової ріли* з платівками, що їх регулюють у радіяльному напрямі, та з різаками до обрізання труб показано на фіг. 202.

Фіг. 204

Иноді умови роботи та тісне приміщення не дозволяють користувати з баківниці звичайної будови, і в таких випадках уживають баківниці (фіг. 204), що має лише одно рамено з двома язичками, які позмінно входять у гнізда каблучки баківниці та повертають платівки на деякий кут.

РОЗДІЛ ОДИНАДЦЯТИЙ

§ 56. Вимоги, що їх ставиться до сучасного виробництва, примусили звертати на точність виробів особливу увагу.

Тим суворіші ці вимоги в струментарстві, де точність є основа та неодмінна умова підчас виконання всякого роду робіт.

Добір різноманітних і при тому точних вимірювальних приладів та належне й уміле використання їх становлять основу правильно поставленого виробництва.

Фіг. 205

Вимірювальні прилади поділяються на два типи:

Прилади для лінійних вимірювань і кутомірні прилади. Кожний із цих типів поділяється на прилади: 1) для безпосереднього вимірювання, 2) порівнювального і 3) перевірочного.

Основний прилад безпосереднього вимірювання — це *сталевий маштаб* (фіг. 205), що являє сталеву лінійку із зробленими на ній поділами.

Звичайно маштаби роблять з міліметровими та цалевими поділами всіляких розмірів, що з них найуживаніший є розмір у 300 мм.

Маштабів більших розмірів уживають рідше і звичайно ховають їх у струментовій коморі.

Підчас купівлі сталевого маштабу його точність слід перевірити, бо продаються иноді маштаби дуже сумнівної точности.

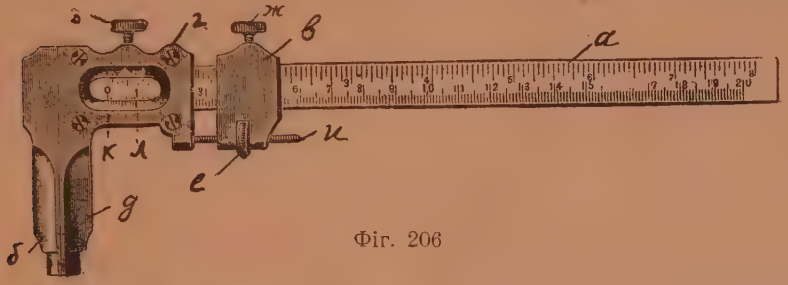
Для перевірки можна вживати зразкового вивіреного маштабу, що неодмінно має бути в усякій упорядкованій струментовій коморі. Вимірювання за допомогою маштабу можна робити з точністю до $^1/_2$ мм. Для точніших безпосередніх вимірювань є так званий *штангенциркуль* (фіг. 206), що складається з маштабу *а*, який кінчається ніжкою *б*.

Ковзанець *г* складає одно ціле з ніжкою *д* і може пересуватися вподовж маштабу *а*.

Шрубою *з* ковзанець можна закріпити в усякому стані його на маштабі *а*.

Другий ковзанець *в* також можна закріпити шрубою *ж*.

Обидва ковзанці з'єднані шрубою *і*, і підчас повертання мутри *е* їх можна зсунути один до одного або відсунути.



Фіг. 206

Ковзанець *г* має проріз для відрахування поділів на маштабі, а спідній скісний край прорізу має поділи *к* — *л* і являє так званий *ноніюс*; за допомогою ноніюсу можна вимірювати з точністю від 0,1 до 0,01 мм залежно від системи поділів ноніюсу.

Звичайно ноніюс має 10 поділів, що рівняються 9 поділам маштабу, при чому точність відраховань буде 0,1 мм.

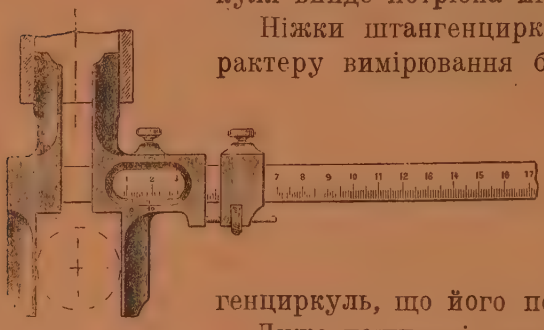
Спосіб уживання штангенциркуля такий: звільняють шруби *з* та *ж*, розсувають ніжки *б* та *д* й обхвачують ними річ, що виміряють, після чого шрубою *з* ковзанець *г* закріплюють на місці.

Цілі поділи на маштабі відраховують прямо на око, а точну міру дає поділ ноніюсу, що збігся. Якщо, наприклад, річ, що її вимірюють, має 20,3 мм, то 3 поділ ноніюсу збіжиться з поділом маштабу, то, значить, до 20 мм, що їх відраховують на око, слід додати 0,3 мм.

Якщо за допомогою штангенциркуля треба відкласти дану міру (25,8 мм), то, звільнюючи обидві влаштувальні шруби, рукою пересувають ковзанець *г* та *к*, щоб нулевий поділ

ноніюсу збігся з поділом 25 на маштабі, та закріплюють шрубу *ж* на ковзанці *в*.

Повертаючи мутру *е*, примушують ковзанець *г* наближатися до ковзанця *в* доти, поки 8 поділ ноніюсу збіжиться з поділом маштабу, і, значить, між ніжками штангенциркуля вийде потрібна міра в 25,8 мм.



Фіг. 207

Ніжки штангенциркулів залежно від характеру вимірювання бувають різних форм (пласкі, гострі та закруглені).

Для розточування дірок за даного стрижня та навпаки дуже зручний штангенциркуль, що його показано на фіг. 207.

Дуже поширені штангенциркулі „Колумбус“ (фіг. 208), що в них ковзанець з'єднано з рейкою *а*, якою вимірюють глибини отворів. Як пересувається ковзанець, рейка теж пересувається, і розмір *т* краю рейки, що висунувся, відраховується звичайним засобом на маштабі.

Точніші відрахування підчас вимірювання глибини отворів робляться різного роду глибиномірами, що один із них подано на фіг. 209. Будова його подібна до будови штангенциркуля, і спеціяльних пояснень для нього не треба.

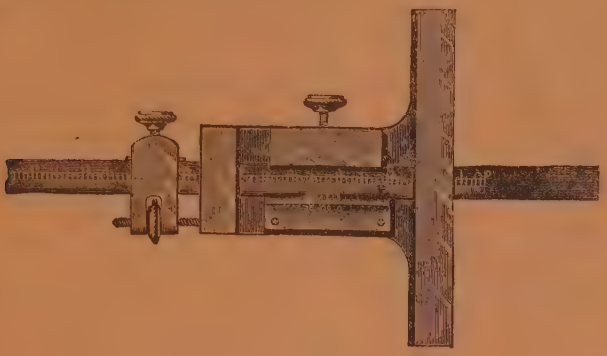
Фіг. 208

Вимірювання, що їх робиться за допомогою штангенциркуля, мають деяку неточність; вона буває через те, що силу натискання ніжок до речи, що її вимірюють, не можна регулювати, — вона залежить від індивідуальних якостей особи, що вимірює.

Удосконаленішим приладом, що допускає таке регулювання тиску, є *мікрометр* (фіг. 210) з улаштувальною голівкою.

Головну частину такого приладу складає шруба з кроком у 0,5 мм для міліметрового мікрометра та з кроком $^1/_{40}''$ для цалевого мікрометра.

Ця шруба кінчається ненарізаною частиною *д* та може вкручуватися в нарізану частину вібла *в*, що укріплений на клямрі *ж*.

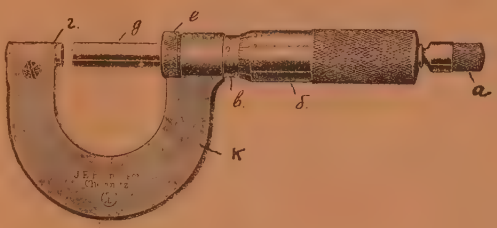


Фіг. 209

Разом із шрубою повертається також покришка *б*, що, таким чином, пересувається на вібловій частині *в*.

На поверхні вібла *в* зроблені поділи в 0,5 мм, або $^1/_{40}''$. Скісний край покришки *б* також має поділи, при чому їх буває в міліметровому мікрометрі 50, а в цалевому — 25.

Підчас повертання шруби на один оберт покришка *б* пересувається віблом *в* на 0,5 мм (або $^1/_{40}''$), і, значить, один поділ на покришці відповідає 0,01 мм або 0,001″.



Фіг. 210

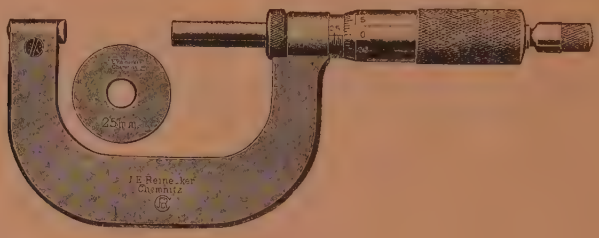
Річ, що її вимірюють, міститься між краями ненарізаної частини шруби *д* та зашрубком *г*. Ціле число півміліметрів відраховується на поділах вібла *в*, а кожний поділ на покришці дає 0,01 мм.

Якщо, наприклад, річ, що її вимірюють, має розмір 15,85 мм, то розмір 15,5 мм відраховується прямо на віблі, а решта розміру, цеб-то 0,35, відраховується на покришці.

Щоб усунути вплив сили натискання руки, прилад має голівку *а*, яка з'єднана з покришкою *б* хроповичком, що його натискають пружиною.

Шруба повертається за допомогою цієї голівки, і, як тільки шруба упреться в річ, що її вимірюють, опір шруби перевищить силу натискання пружини, і голівка *а* почне вільно повертатися, охороняючи шрубу від зайвого натискання на вимірювану річ.

Мікрометра, показаного на фіг. 210, вживається для обмірювання виробів, що не перевищують 25 мм, або 1″.

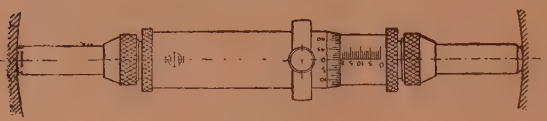


Фіг. 211

Для вимірювань до 50 мм, або 2″, вживається мікрометрів, в яких вимірювання починається з 25 мм, або 1″ (фіг. 211).

Це робиться, щоб уникнути довгих шрубів, маючи на увазі, що неточність нарізки збільшується із збільшенням довжини шруби.

Крім того, віблова частина *в* набула б дуже великих розмірів, і вживання мікрометра стало б трудне.



Фіг. 212

Для контролі правильности влаштування краю *г* до такого мікрометра додається перевіряльна каблучка, що її діяметр дорівнює 25 мм.

Для безпосереднього вимірювання діяметрів отворів вживають *мікрометрів-внутрометрів*, одна з конструкцій яких показана на фіг. 212.

Щоб розширити межі вимірювань, такі мікрометри иноді мають справилля стрижнів (фіг. 213). Вставляючи ці стрижні в мікрометр, можна точно вимірити всякий отвір.

§ 57. Приладів до порівняльного вимірювання, що взагалі звуться „циркулі“, вживається разом з приладами першого типу, бо безпосередньо не дають змоги відраховувати зроблені вимірювання.

Циркулі способом свого вживання поділяються на:

а) *лінійні*, якими вимірюють лінії на площині,

б) *обхватні*, або *крумциркулі*, якими вимірюють товщину речей;

в) *внутроміри*, якими вимірюють діяметри дірок.

Лінійний циркуль (фіг. 214 та 215) складається з двох шпичастих ніжок, що повертаються на спільному петнику.

Фіг. 213

Для фіксування стану ніжок циркуля (фіг. 214), одна з них має лук з прорізом, а друга — шрубу, що входить у цей проріз.

Хоч така будова й дуже проста, але потребує що-разу одкручувати й закручувати шрубу та рукою переставляти ніжки циркуля.

Удосконаленіша й зручніша конструкція показана на фіг. 215.

Тут ніжки розсуваються силою пружини, а зсуваються накручуванням спеціяльної мутри на стрижень, що укріплений на одній ніжці й вільно проходить через проріз у другій ніжці.

Фіг. 214 Фіг. 215

Звичайно мутру зроблено так, що її можна швидко пересувати стрижнем, не користуючись з нарізки, і це значно прискорює та полегшує роботу.

Розмір, знятий циркулем, відраховують, прикладаючи ніжки циркуля до сталевого маштабу.

Будова крумциркулів така сама, з тією лише ріжницею, що ніжки в них не прямолінійні, а вигнуті.

Кілька конструкцій таких приладів показано на фіг 216.

За допомогою крумциркуля можна дуже точно вимірювати (до 0,01 мм), але для цього потрібна певна звичка вживати цього приладу.

Одержану міру відраховують, користуючись з маштабу або мікрометра-внутроміра.

Внутроміp (фіг. 217) зроблений так само, як і лінійний циркуль, але ніжки в нього не шпичасті, а трохи відігнуті.

Фіг. 216

Підчас вимірювання треба пильнувати, щоб вісь крумциркуля збігалася з віссю отвору, бо инакше крумциркуль покаже збільшений або зменшений розмір.

Усі прилади, які допіру ми розглянули,—це прилади до лінійного вимірювання.

Фіг. 217 Фіг. 218 Фіг. 219

Для вимірювання кутів є *кутомірні прилади.*

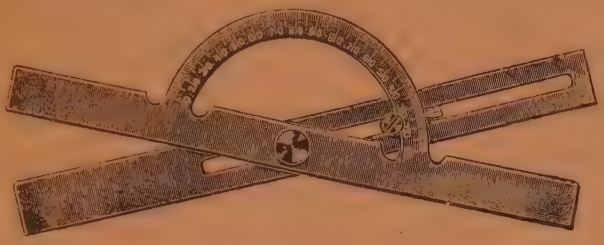
Найпростіший із цих приладів є *кутівка,* якою безпосередньо вимірюють кути.

Кутівки бувають *прості* (фіг. 218) та *аншлажні* (фіг. 219); їх роблять із загартованої сталі.

До безпосереднього вимірювання всіх кутів є прилад, що зветься *шмігою* (фіг. 220); вона складається з двох

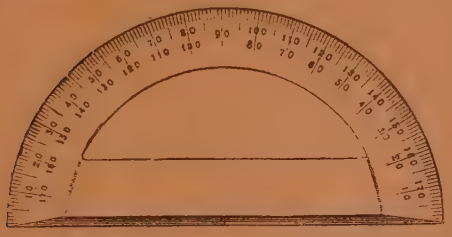
сталевих лінійок, які можна поставити під усяким кутом одну до одної.

Відрахування роблять на лукові якоїсь лінійки, що має розмір півкола та поділена на 180°. Такий лук зветься *транспортиром* і часто вживається як самостійний вимірювальний прилад (фіг. 221).



Фіг. 220

Удосконаленіший прилад, що дозволяє точно вимірювати найрізноманітніші кути, є *універсальний кутомір* (фіг. 222), що являє собою з'єднання шмиги з кутівкою.



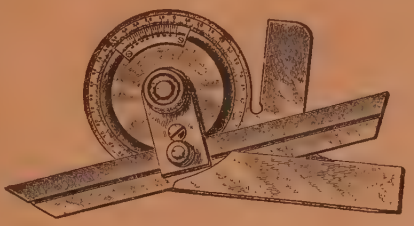
Фіг. 221

Відрахування кута роблять на кружалі, що поділене на 360°, а дрібніші відрахування роблять за допомогою ноніюсу.

На фіг. 224 показано кілька способів уживання універсального кутоміру.

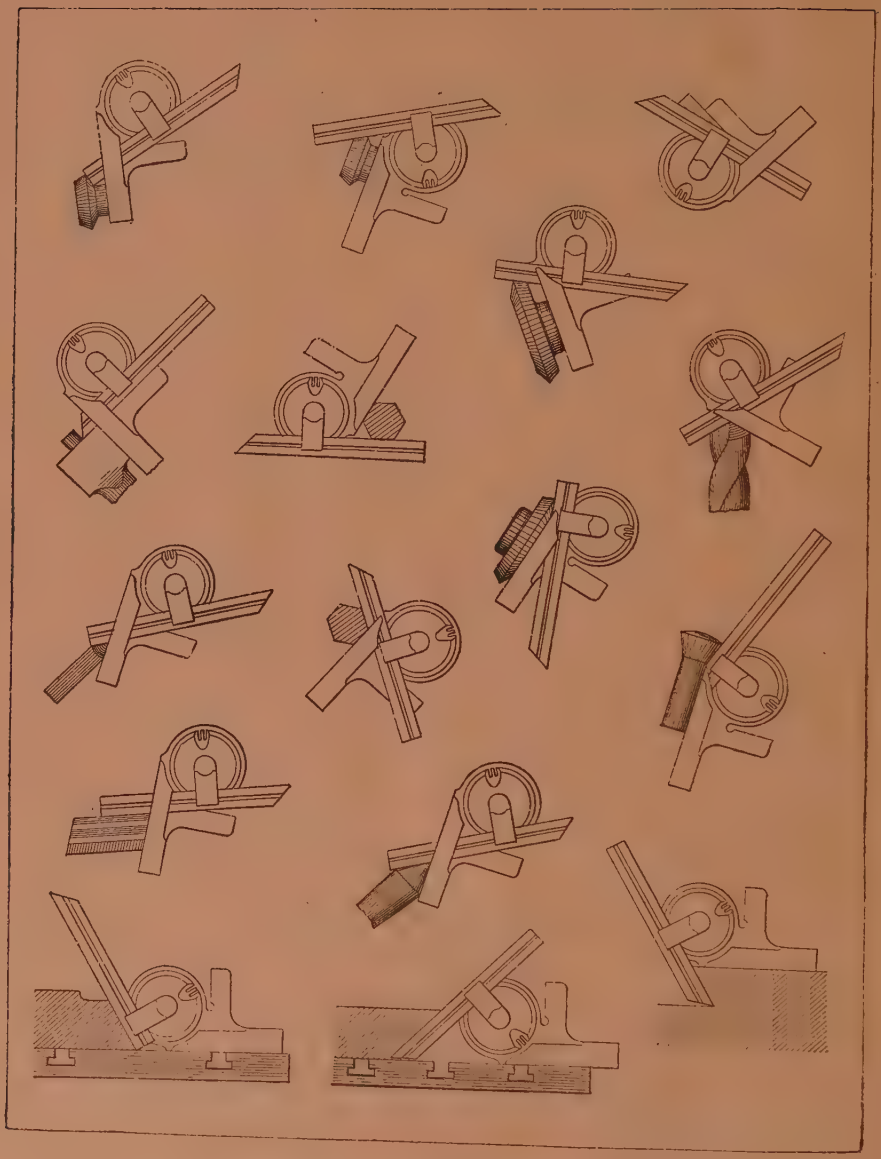
Для порівняльного вимірювання кутів є звичайна шмига (фіг. 223), що відрізняється від раніш розглянутої відсутністю транспортиру.

§ 58. Прилади до безпосереднього та порівняльного вимірювання речей не ґарантують *певну точність* вимірювання, хоч як би вміло й точно їх уживалося; міра помилки підчас роботи з такими приладами коливається в значних межах, залежно від індивідуальних якостей особи, що вимірює. Проте сучасне машинобудівництво вимагає, як уже зазначено в розділі про кондуктори, обопільнозаміняємости окремих частин виробу.



Фіг. 222

Фіг. 223



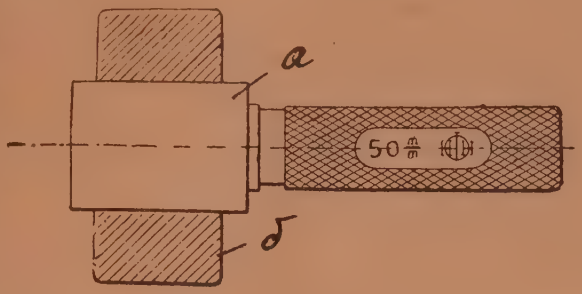
Фіг. 224

Цю вимогу можна виконати тільки тоді, коли всі частини робитимуться з певною, заздалегідь зазначеною, точністю.

Міра точности підчас готування виробу визначається межами, в яких допускається відхилення від нормального основного розміру.

Ці відхилення, що їх допускають, звуться *допустами* і можуть бути *позитивні* й *негативні*.

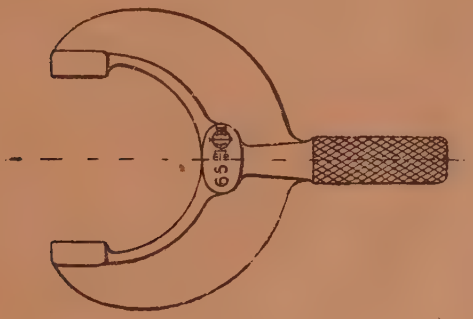
Якщо відхилення від нормального розміру допускається в бік його збільшення, то такий допуст зветься позитивний і відмічається знаком +.



Фіг. 225

Якщо ж відхилення допускається в бік зменшення основного розміру, то такий допуст зветься негативний і відмічається знаком —.

Якщо, наприклад, основний розмір будь-якого виробу має бути 35 мм і максимальний розмір його після виготовлення не повинен перевищувати 35,02 мм, а мінімальний — 34,96 мм, то позитивний допуст буде + 0,02 мм, а негативний — 0,04 мм.



Фіг. 226

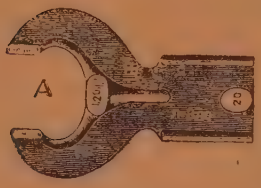
Прилади, що ними контролюють допусти підчас виготовлення виробів, звуться *калібрами*.

Калібри бувають *прості* й *диференціяльні*.

Простих калібрів уже майже ніде не вживають, бо вони дають тільки один допуст (позитивний або негативний), що за нього обопільна заміняємість частин виробу все ще залежить від досвідченості особи, що користується з таких калібрів.

На фіг. 225 подано два такі калібри: один стрижневий *а* та другий, надітий на нього, каблучковий калібр *б*.

Першого вживають для перевірки отвору виробу, другого — для перевірки діяметра стрижня, що має засуватися в цей отвір. Точність роботи таким калібром залежить від міри чутливости руки особи, що робить цими калібрами; за недбайливого ставлення може вийти стрижень, що не всувається в отвір, для нього зроблений.



Фіг. 227

Иноді замість каблучки вживають клямри, показаної на фіг. 226; иноді вона з'єднується з стрижневим калібром, як показано на фіг. 227.

Диференціяльних калібрів вживають для вимірювання обома допустами, позитивними й негативними, і взагалі бувають двох родів: *стрижневі* й *клямроподібні*.

Стрижневий калібр (фіг. 228) являє вібло, що його обидва краї точно загострені й відшліховані під потрібний розмір допуста.

Фіг. 228

Так, наприклад, у калібрі на фіг. 228 лівий край має точний розмір 60 мм (допуст — 0), а правий край — розмір 60,02 мм (допуст + 0,02 мм).

Стрижневих калібрів вживають для перевірки діяметрів отворів.

Каліберної клямри (фіг. 229) вживають для перевірки діяметрів стрижнів (осей, валів, зашрубів то-що).

Фіг. 229

Перші уступи потрібні для перевірки максимального допусту (+), другі уступи для перевірки мінімального допусту (—).

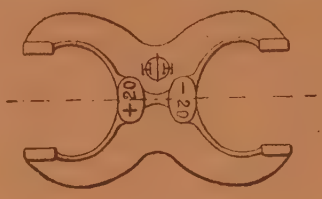
Иноді ці клямри роблять подвійні (фіг. 230), і тоді кожну клямру призначається для перевірки тільки одного допусту.

Для пояснення способу перевірки виробів за допомогою диференціяльних калібрів розгляньмо виготовлення вальниці та валу, що має повертатися на цій вальниці.

Хай діяметр валу буде 75 мм з допустами + 0,000 та — 0,025 мм.

Обідравши спочатку, токар знімає тонку обробляльну остружку, залишаючи припуст на остаточне шліхування валу та перевіряючи виріб за допомогою крумциркуля.

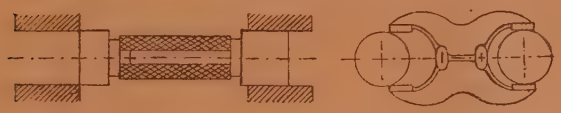
Потім починається припасування виробу за даними допустами. Токар, поступінно та обережно шліхуючи, знімає тонкі шари металу й увесь час перевіряє свою роботу диференціяльною клямрою, що її один розмір має нулевий допуст, цеб-то дорівнює 75 мм, а другий розмір має допуст — 0,025 мм, цеб-то дорівнює 74,975 мм. У той момент, коли клямра із знаком + пройде виріб, а клямра із знаком — не пройде, токар має зупинити шліховку, і вал вважається за готовий. Виходить, що розмір діяметра готового валу перебуває між 75,00 мм та 74,975 мм.



Фіг. 230

Дірка вальниці, щоб вал міг вільно повертатися у вальниці та між поверхнею вала й вальницею залишався б деякий люз на мастило, має бути розточена до такого діяметра, щоб він був трошки більший за величину діяметра валу.

Через те що максимальний допуст для валу у нас + 0,000 мм, то максимальний допуст для дірки підвальниці буде + 0,065 мм, а мінімальний — + 0,035 мм.


Фіг. 231

Для перевірки дірки, значить, потрібний стрижневий калібр, що його один край має діяметр 75,065 мм, а другий край 75,035 мм.

Раніш дірку розточують, а потім проходять точними розвертками доти, доки підчас перевірки калібром його мінімальний край пройде в дірку, а максимальний ще не буде проходити.

У такий спосіб перевірена дірка матиме діяметр, що його розмір перебуватиме в межах допустів, цеб-то між 75,065 та 75,035 мм.

Звичайно, що перший-ліпший вал, перевірений вищеописаним способом, входитиме в цю дірку та вільно в ній

повертатиметься, при чому максимальний люз, який може утворитися між валом та підвальницею, буде 0,090 мм, а мінімальний — 0,035 мм.

Спосіб уживання калібрів показано на фіг. 231.

§ 59. Крайні значіння допустів залежать від роду та характеру виробу й можуть бути дуже різні. Так, наприклад, допусти для виготовлення дірки цілкового крутня, що його будуть силою насаджувати на вал та він держатиметься тільки силою тертя, відрізнятиметься від допустів вищеописаного випадку.

Дірка крутня має бути трішки менша за діяметр валу, щоб утулок крутня міг силою триматися на валі, що його вганяють в її дірку.

Тому стрижневий калібр у цьому випадку має давати два допусти, обидва негативні: один максимальний — 0,020 мм, а другий мінімальний — 0,050 мм.

У правильно поставленому виробництві є детально розроблена система допустів та відповідно до цього велике число диференціяльних калібрів. У випадку, що ми його розглянули, розмір дірки підганявся до розміру валу, але можна було б зробити навпаки, цеб-то до дірки підганяти вал.

Перший спосіб потребує для різних випадків припасовання великого числа розверток, але зате простіший та полегшує роботу, бо за нього всі вали даного розміру роблять з однаковим допустом для всіх виглядів припасовання.

За другого способу всі дірки даного розміру роблять з однаковим допустом для всіх виглядів припасовання, але зате доводиться мати велике число валів, які зроблені з різними допустами і, значить, мають діяметри, що відрізняються один від одного на соті частки міліметра.

Перед тим як запроваджувати систему диференціяльних калібрів, треба вирішити, якого способу додержувати у виробництві.

Всі вигляди припасовань можна поділити на чотири типи, залежно від міри допустів: 1) *мертве припасовання* — вал входить у дірку тільки під сильним тиском; 2) *насадочне припасовання* — вал входить у дірку з деяким зусиллям; 3) *ковзальне припасовання* — вал входить у дірку без зусилля, але й без помітного люзу; 4) *вільне припасовання* — вал входить у дірку вільно з помітним люзом.

Підчас уживання диференціяльних калібрів ні в якому разі не слід уживати зусиль.

Мінімальний край стрижневого калібру має входити щільно, але вільно в дірку, яку перевіряють, а максимальна частина клямри має так само щільно, але вільно проходити через виріб, який вимірюють.

Недодержання цього правила спричинюється до зайвого спрацьовування калібрів та перекручує їхню роботу.

У таблицях 35 та 36 наведено розміри допустів підчас готування стрижнів (осей, валів, прогоничів то-що) та дірок, куди ці стрижні мають увіходити, для всіх чотирьох родів припасування.

Табл. 35 припускає припасування дірки до стрижня, а табл. 36 — припасування стрижня до дірки.

Останніми роками питання про допусти особливо старанно розроблено в працях Нормалізаційного Комітету Німецької Промисловости (D. I. N.).

Замість зазначених чотирьох виглядів припасування, норми D. I. N. передбачають до десяти припасовань, залежно від клас точности, що їх усього чотири.

Таблиця 35

Діяметр стрижня в мм / Рід припасування дірки	10 — 16	17 — 29	30 — 50	51 — 80	81 — 120	121 — 200
	Допусти для стрижнів					
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	— 0,010	— 0,015	— 0,020	— 0,025	— 0,030	— 0,035
	Допусти для дірок					
Мертве	— 0,005	— 0,010	— 0,015	— 0,020	— 0,025	— 0,030
	— 0,020	— 0,030	— 0,040	— 0,050	— 0,060	— 0,070
Насадочне	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010
	— 0,005	— 0,010	— 0,010	— 0,010	— 0,015	— 0,015
Ковзальне	+ 0,025	+ 0,030	+ 0,030	+ 0,035	+ 0,040	+ 0,040
	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,015	+ 0,015	+ 0,015
Вільне	+ 0,035	+ 0,045	+ 0,055	+ 0,065	+ 0,080	+ 0,095
	+ 0,020	+ 0,025	+ 0,030	+ 0,035	+ 0,045	+ 0,055

Таблиця 36

Ряд припасування стрижнів / Діяметр дірки в мм	10 — 16	17 — 29	30 — 50	51 — 80	81 — 120	121 — 200
	Допусти для дірок					
	+ 0,015	+ 0,020	+ 0,025	+ 0,030	+ 0,035	+ 0,040
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Допусти для стрижнів					
Мертве	+ 0,020	+ 0,030	+ 0,040	+ 0,050	+ 0,060	+ 0,070
	+ 0,010	+ 0,015	+ 0,020	+ 0,035	+ 0,035	+ 0,035
Насадочне	+ 0,005	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,010	+ 0,015	+ 0,015
	— 0,005	— 0,005	— 0,010	— 0,010	— 0,010	— 0,010
Ковзальне	— 0,010	— 0,010	— 0,010	— 0,015	— 0,015	— 0,015
	— 0,020	— 0,025	— 0,030	— 0,035	— 0,035	— 0,040
Вільне	— 0,020	— 0,025	— 0,030	— 0,035	— 0,045	— 0,055
	— 0,030	— 0,040	— 0,050	0,060	— 0,075	— 0,090

Тих, хто бажає детальніші вивчити питання про припасовання та допусти, відсилаємо до книги *К. Граменця:* „Пригонки и допуски“, вид. „Оргметалл“, Москва.

§ 60. Калібри, що їх вживають у самому процесі виробництва, звуться робочими калібрами; вони через деякий час спрацьовуються.

Через це робочі калібри слід час од часу перевіряти за допомогою *контрольних калібрів,* що справилля їх завжди мусить бути в усякій упорядкованій струментовій коморі.

Контрольні калібри своєю будовою ніяк не відрізняються від робочих калібрів, *але їх ні в якому разі не можна вживати для роботи в цеху.*

Для перевірки контрольних калібрів є вимірювальні машини різних конструкцій та плитки *Йогансона.*

Вимірювальні машини, що ними безпосередньо відраховується розміри речи, вживають на спеціяльних заводах і для звичайних виробничих потреб вони дуже тендітні й не пристосовані.

Звичайно для контролі калібрів уживається вимірювальних машин, принцип яких — порівняння з точно перевіреними еталонами.

Одну з таких машин показано на фіг. 232; це не що инше, як відміна мікрометру.

Фіг. 232а

Фіг. 232б

На фіг. 232 показано дві машини: одна (рис. *а*) для малих вимірювань і друга (рис. *в*) для великих вимірювань.

Між движком *м*, що може пересуватися круглою напрямною *н*, та краєм шруби містять уставний стрижень (еталон) та річ, що її вимірюють. Довжина еталону має бути приблизно рівна довжині вимірюваної речі, зменшеній на 25 мм.

Фіг. 232в

За допомогою шруби можна відраховувати довжини до 25 мм з точністю до $^1/_{100}$. Для відраховування більших розмірів до кожної машини додається справилля еталонів (фіг. 233). Поділи відраховується на барабані *О* та ноніюсі *К* (рис. *б*).

Фіг. 233

Для точніших вимірювань є машина, що показана на фіг. 234.

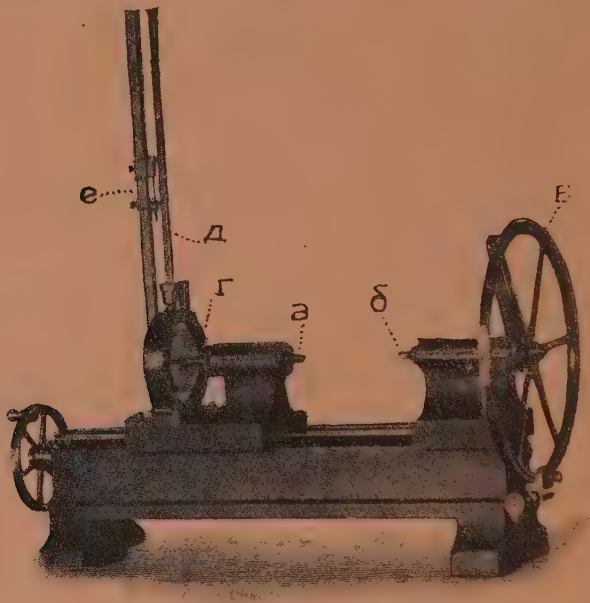
Перевірку на цій машині провадиться за допомогою таких самих еталонів, як і в попередній машині.

Еталон містять між стрижнями *а* та *б* і потім повертають велике поділювальне колесо *В* доти, доки стрижень *а* упреться в стінку резервуару. При цьому рідина, що міститься

в цьому резервуарі, піднімається волосяною руркою *д* до певної вишини, яку й відмічають движком *е*.

Вийнявши еталон та замінивши його на калібр, що його перевіряють, повертають поділювальне колесо В доти, доки рідина у волосяній рурці не підніметься до попереднього рівня.

Ріжниця відраховань на поділювальному колі й дає ріжницю довжини еталону та калібру, що його перевіряють.



Фіг. 234

Якщо, наприклад, довжина еталону дорівнювала 50 мм, а ріжниця відраховань дала 5,755 мм, то, значить, точний розмір калібру, що його перевіряють, буде 55,755 мм.

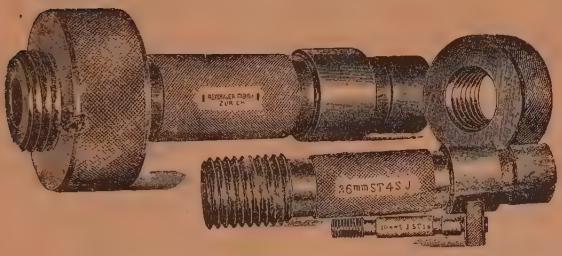
Ця машина дозволяє перевіряти з точністю до 0,001 мм при температурі +4 Цельсія.

Дуже точну перевірку можна робити за допомогою справилля плиток Йогансона (фіг. 235).

Ці плитки зроблені з загартованої стали і так точно відполіровані, що, коли їх притерти одна до одної, вони щільно злипаються й з'єднуються ніби одно ціле.

Усе справилля складається з 111 плиток; складаючи окремі плитки, можна мати всі розміри від 1 до 200 мм із ступнями в 0,001 мм.

Фіг. 235



Фіг. 236

Фіг. 237

Плитки роблять за нормальними калібрами, що мають точність до 0,0004 мм.

Вживати таких плиток слід надзвичайно обережно: не брати голими руками, ховати в сухому приміщенні з рівною температурою, що її зазначено при кожному справиллі плиток.

Плиток вживають виключно підчас перевірки калібрів, і ні в якому разі не слід вживати, як це иноді практикується, для звичайної роботи в цеху.

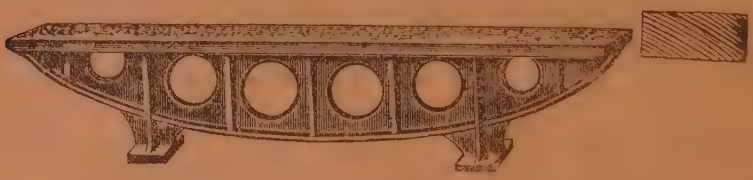
Фіг. 238

Спеціяльну групу калібрів становлять *різьбарські калібри* (фіг. 236), яких вживають для перевірки різи.

Стрижневий різьбарський калібр має на одному краї нарізну частину, а на другому два віблові уступи, якими перевіряють внутрішній та зовнішній діяметри різи.

Каблучковий різьбарський калібр служить для перевірки різи на нарізаному стрижні.

Про міру точности нарізки судять з того, як легко цей калібр накручується на нарізаний стрижень або вкручується в нарізану мутру.



Фіг. 239

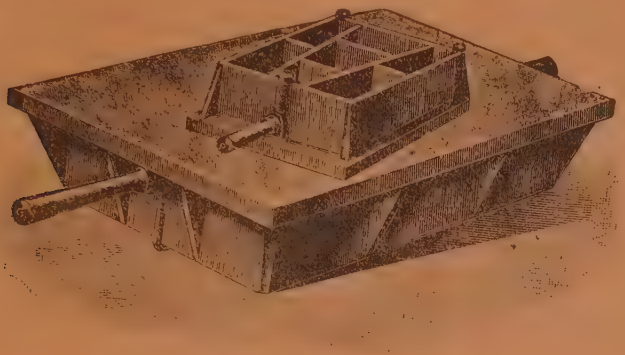
Для перевірки правильности нарізаного профілю різи та кроку її служить справилля *різьбарських шаблонів* (фіг. 237).

Для вимірювання вузьких щілин та люзів уживається платівкових калібрів — так званих *щупів*, що з'єднані в одно справилля (фіг. 238).

Для перевірки правильности пласких поверхень служать *сталеві лінійки* та *плити*.

Якщо лінійки дуже великих розмірів, то їх роблять у вигляді тіл, що однаково становлять опір вигинанню (фіг. 239).

Перевірочні плити (фіг. 240) роблять з чавуну, вони мають верхню пласку та спідню ребристу частину, що має три ніжки, на яких плиту й становлять.



Фіг. 240

Для перевірки площин верхня поверхня плити змазується дуже тонким шаром манії, а виріб, що його перевіряють, притирається до цієї поверхні.

Якщо виріб, який перевіряється, зовсім не має пласкої поверхні, то на деяких його місцях виходять відбитки, які показують на бугри, що є на цій поверхні.

РОЗДІЛ ДВАНАДЦЯТИЙ

§ 61. Головні способи в ручній слюсарській обробці — це обрубування та обпилювання виробів.

Струмент, якого вживається до обрубування, зветься *зубилом* та робиться із штабової струментової зубильної сталі, що має прямокутний перекрій з двома протилежними гранями, які закруглені луком кола.

Фіг. 241

Фіг. 242

Різальний край зубила має форму клина (фіг. 241), що його кут a змінюється залежно від матеріялу, який треба обробити зубилом.

Що м'якший матеріял, то гострішій треба зробити цей кут. Для міди та м'яких стопів $a = 45° — 50°$, для сірого чавуну $a = 54° — 65°$, для заліза $a = 62° — 72°$, для стали $a = 65° — 75°$.

Як роблять зубило, то його різальний край спочатку відковують у кузні та гартують, а потім загострюють на шмерґелевому камені.

Правильно загострене зубило повинно мати зовсім пласкі різальні грані, симетрично розташовані проти оси зубила.

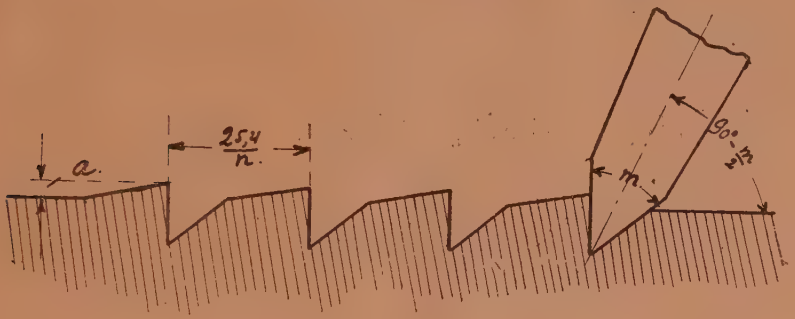
Крайцмайсель (фіг. 242) відрізняється від звичайного або, як його звуть, плаского зубила тим, що його різальний край значно вужчий, ніж у плаского зубила.

Через те що головним призначенням крайцмайселя є прорубування рівчаків, то ширина гострого краю залежить від ширини рівчака.

§ 62. Для обпилювання виробів вживають струмента, що зветься *терпугом*.

Терпуги, родом роботи, що ними робиться, поділяються на:
1) рашпілі,
2) брусовки,
3) півбрусовки,
4) драчові,
5) півдрачові,
6) півлицеві,
7) лицеві,
8) подвійні лицеві,
9) оксамитові,
10) голчасті або надфілі.

Формою перекрою та своєю будовою терпуги поділяються на: 1) пласкі, 2) квадратові, 3) тригранчасті, 4) круглі, 5) півкруглі, 6) спеціяльні (круглодовгасті, ножеві, то-що).



Фіг. 243

Формою свого носа терпуги поділяються на:
1) гостроносі,
2) тупоносі.

Терпуг роблять з куска струментової загартованої стали, що її поверхня має так звану *насічку*, яка в збільшеному вигляді показана на фіг. 243. Отже насічку можна розглядати як сполучення цілого ряду дрібних різаків.

Залежно від величини насічки змінюється й характер роботи, що її роблять терпугом.

Для тяжкої обдиральної роботи, коли знімається велика маса металу, вживається терпугів з великою насічкою, що до них стосуються: рашпілі, брусовки, півбрусовки та драчові.

Для вичищання глибоких рівчачків, що залишаються після обдирання, та для надання поверхні, що її обробляють, рівного вигляду, вживають всіх трьох родів лицевих терпугів.

Оксамитових терпугів, що мають найдрібнішу насічку вживається для дуже старанних та дрібних робіт.

Число насічок, що припадає на 1 цаль довжини терпуга, таке:

Для брусовок та півбрусовок	12 — 15
„ драчових	16 — 22
„ півдрачових	23 — 30
„ півлицевих	31 — 40
„ лицевих	41 — 50
„ подвійних лицевих	51 — 65
„ оксамитових	66 — 110

Ці цифри приблизні, і кожна фірма, що робить терпуги, має свою нумерацію насічок.

Так, наприклад, фірма „Антуан Клардон“ робить терпуги з 10 номерами насічок за такою таблицею:

Таблиця 37

№№ насічки	Число насічок на цаль	№№ насічки	Число насічок на цаль
00	18	4	52
0	22	5	54
1	28	6	68
2	36	7	86
3	46	8	107

На фіг. 244 зображено в натуральну величину всі 10 номерів насічки цієї фірми.

Деякі фірми роблять терпуги з оксамитовою насічкою, що доходить до 250 насічок на цаль.

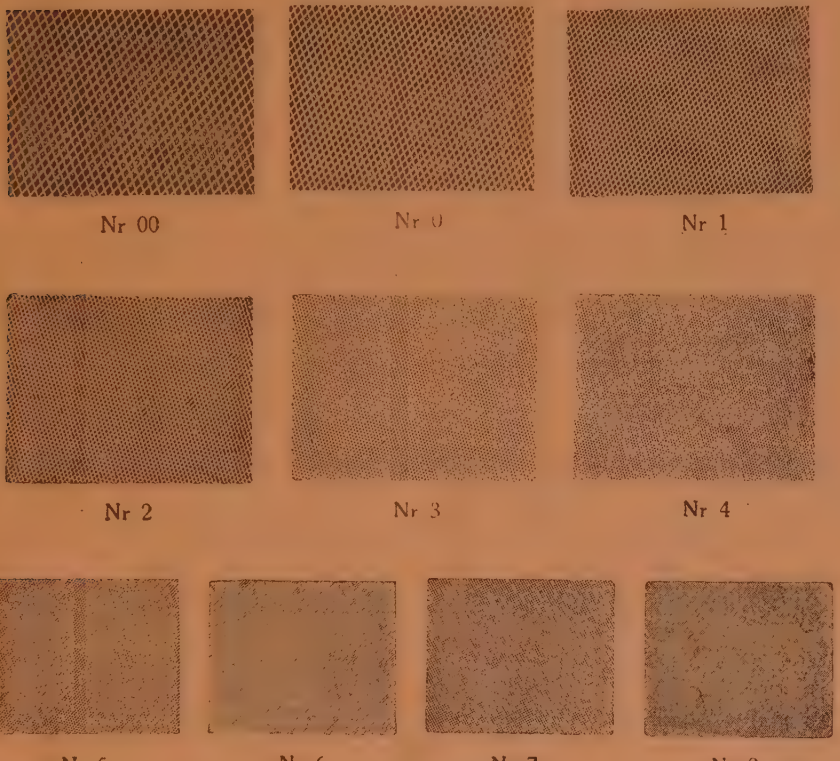
§ 63. Насічку терпугів можна робити руками та машиновим способом.

В обох випадках для насічки вживається спеціяльного зубила (фіг. 245), що його ширина залежить від ширини терпуга, що його насікається, а кут загострення звичайно береться 60° для драчових, 50° для півдрачових, 40° для півлицевих та 30° для лицевих.

За ручного способу терпуг, що його раніш підготовано, кладеться на залізну постіль, укриту олив'яним аркушем, а зубило ставиться похило під таким кутом до площини

терпуга, щоб різальна грань насічки була приблизно перпендикулярна до цієї площини (див. фіг. 243), цеб-то під кутом 90°.

Б'ючи молотком, на поверхні терпуга зубилом насікають поперечні рівчачки, паралельні один одному.

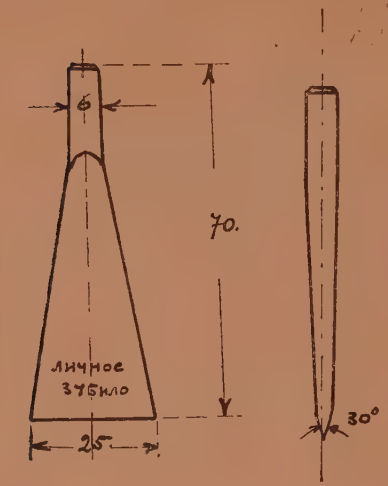


Фіг. 244

Проходячи в товщу тіла терпуга, зубило витискає деяку частину металу, що втворює зазначений на фіг. 243 горбочок *а*. Величина цього горбочка залежить від кута загострення зубила та сили удару. Таким чином різальні крайки горбочків завжди підняті трішки над поверхнею тіла терпуга.

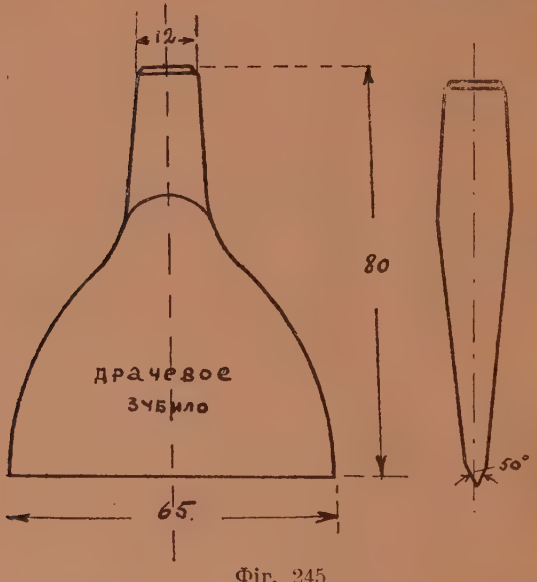
Звичайно терпуги роблять з подвійною насічкою, що перетинає одна одну: основна насічка схилена до оси терпуга під кутом 70°, а друга насічка — під кутом 55°, як це показано на фіг. 246.

Як насікають терпуги, треба пильнувати за тим, щоб удари по зубилові були однакової сили, бо инакше насічка вийде неоднакова завбільшки; більші зубці, піднімаючись над загальною поверхнею насічки, спрацьовуватимуться значно швидше, погіршуючи цим якість роботи терпуга та скорочуючи строк його служби.



Горбочки, що їх насікається, мають бути суворо паралельні один до одного та йти без пропусків, цеб-то віддалення між ними ввесь час має бути однакове вподовж цілого терпуга. Вага молотка залежить від роду насічки та ширини терпуга.

Для великих насічок вага молотка коливається від $1^1/_2$ до 2 фунтів, для дрібних — від $^1/_2$ до 1 фунта.



Фіг. 245

За машинового способу насікання терпугів зубило укріплюється на вертикальному шпінделі варстату, а терпуг кладеться на постіль та рухається разом з нею.

Машиновий спосіб насікання значно зручніший за ручний, насічка виходить чистіша та рівніша, і за 8-годинний робітний день можна насікти до 200—250 сторін 18″ терпуга.

Рисунок такої насікальної машини показано на фіг. 247.

Для виготовлення терпугів уживається спеціяльної штабової стали, що розрубується або розпилюється на куски певної довжини.

Один край куска відтягається в гостряк для насадки держална, а другий край відковується для утворення потрібної форми.

Після відковки терпуги відпалюють, а потім їх обдирають.

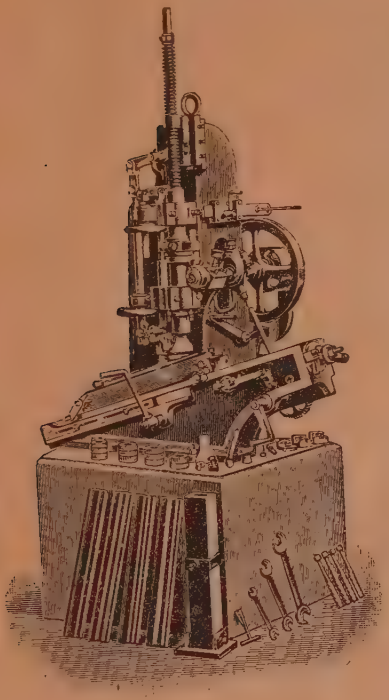
Для обдирання вживається великих піскових гострильних каменів діяметром 6 — 7 футів та спеціяльних стругальних варстатів.

Фіг. 246

Підготований так терпуг потім насікають та гартують.

Через те що підчас нагрівання гострі кути насічки можуть легко перегоріти та втратити частину свого вуглецю, терпуги змазують цементною маззю.

Рецепт такої мази подано на стор. 58 (мазь 2).


Фіг. 247

Для терпугів часто вживається також мази, що складається з двох частин жовтої кров'яної соли, одної частини просушеної та подрібненої рогової тирси, одної частини вугляного порошку (березового) та одної частини соли.

Всі ці складовини добре перемішуються з вареною олією, щоб вийшло рідке тісто.

Змазаний терпуг має просохнути, раніш як його вмістити в гартувальну піч.

Після нагрівання до вишнево-червоного розпікання (750°) терпуг занурюють спочатку у воду для охолодження, а потім на кілька хвилин (5 — 6) — в 20% розчин соляної кислоти, після чого його прочищають металевою щіткою, ополіскують у чистій воді й дають просохнути.

Щоб надати терпугові красивого сірувато-сталевого кольору, його змазують розчином олив'яної біли.

Тупі терпуги можна знову пересікти та користатися з них. Для цього їх відпалюють, обдирають стару насічку та знову насікають.

§ 64. Для найтяжчих робіт уживається *брусовок* (фіг. 248), що являють у перекрої квадрат.

Фіг. 248 Фіг. 249 Фіг. 250 Фіг. 251

Значна вага та велика насічка дають змогу швидко знімати великі маси металу, а опукла форма полегшує роботу вирівнювання поверхні, що її обпилюється.

Для легших робіт уживається *півбрусовок* (фіг. 249), що мають прямокутний перекрій, відносно товщини терпуга до його ширини пересічно рівний 0,6.

Драчовий терпуг уживається для вирівнювання поверхень, що обпиляні брусовкою.

Після обробки драчовим терпугом на обпиляній поверхні залишаються сліди (штрихи), що в дальшому знімаються терпугом з дрібною насічкою (півлицевим та подвійним лицевим). Розміри та вагу брусовок та півбрусовок дано в 38 таблиці.

На фіг. 250 та 251 показано пласкі терпуги дрібної насічки, що мають тупий або гострий ніс, на фіг. 252 — квадратовий

Таблиця 38

Розміри терпуга	Брусовка				Півбрусовка				
Довжина в цалях	14	16	18	20	15	17	18	19	20
Ширина в мм	30	34	38	45	37	41	43	45	49
Товщина в мм	30	34	38	45	23	27	29	30	33
Вага в кг	2	3	4	5	2	3	3,5	4	5

терпуг, на фіг. 253 — тригранчастий, на фіг. 254 — півкруглий, на фіг. 255 — круглий та на фіг. 256 — ножевий.

Розміри цих терпугів коливаються в значних межах, починаючи з терпуга в 4″ та кінчаючи звичайно 20″.

Для грубіших робіт, де не треба великої дбалости, а треба знімати можливо більше металу, вживають *вагових терпугів* великих розмірів — від 12″ до 20″, трьох родів насічки: драчової, півлицевої та лицевої.

Вагові терпуги мають значну вагу і продають їх вагою.

Крім вагових терпугів, роблять також терпуги нормальні, дбаліш зроблені, що різняться своєю довжиною від 4″ до 11″.

Фіг. 252 Фіг. 253 Фіг. 254 Фіг. 255

Як загальне правило, за довжину терпуга вважають його робочу частину без хвоста терпуга.

На фіг. 257, 258 та 259 показано рашпілі.

Насічка рашпіля дуже відрізняється від звичайної насічки та складається з окремих ямок, що висічені осібним зубилом; краї цих ямок дуже висуваються й утворюють різальне ребро насічки.

Фіг. 256 Фіг. 257 Фіг. 258 Фіг. 259

Вживають рашпілів у всіх тих роботах, що за них терпуг швидко запорошується і де треба тільки знімати зайвий матеріял, а правильний та рівний вигляд поверхні не має значіння, як, наприклад, підчас робіт на оливі, бабіті, міді, дереві, твердому кавчуку та шкірі.

Для дуже тонких та дрібних робіт уживається спеціяльних терпугів, що звуться *голчастими* та *надфілями* (від німецького слова Nadelfeilen), зразки яких у натуральну величину подано на фіг. 260.

На відзнаку від решти терпугів підчас визначення довжини голчастого терпуга береться його ціла довжина, включаючи й хвіст.

Випробовання якости терпуга починають перш за все з його зовнішнього огляду, при чому вимагають, щоб 1) у терпузі не було розколин, 2) щоб подовжній перекрій терпуга не був хвилястий і 3) щоб насічка була скрізь однакова та без пропусків. Далі випробовують якість гартування терпуга, для чого на насічці терпуга, якому роблять спробу, проводять риску за допомогою другого терпуга, спробуваної якости, або дуже загартованим сталевим стрижнем.

Як розглядати в лупу, то виявиться, що краї насічки або пом'ялись, або злегка викришились.

У першому випадку терпуг замало загартований, у другому — його загартовано міцно, і він придатний до роботи.

Якщо в розпорядженні є спеціяльний обпилювачний верстат, то спробу якости терпуга можна зробити, порівнюючи міру затуплення цього терпуга з затупленням терпугів спробуваної гарної якости; для цього обома терпугами роблять однакову роботу на однаковому матеріялі.

Якщо такого верстату немає, то подібну спробу можна зробити досить точно так:

Фіг. 260

Вибирають двох слюсарів приблизно однакової фізичної сили й дають одному терпуг, що його треба спробувати, а другому — такий самий терпуг спробуваної якости.

Для роботи обом слюсарям дають по однаковій плитці з однакового ж матеріялу, найкраще — з м'якого чавуну.

Кожний слюсар робить по 30 розмахів, після чого вони міняються терпугами.

Міну досить зробити п'ять разів, результатом чого на кожний терпуг припаде 90 розмахів кожного слюсаря зокрема, а всього — 180 розмахів.

Такий спосіб у значній мірі компенсує індивідуальну ріжницю в роботі обох слюсарів та можна вважати, що терпуги зробили однакову роботу в однакових умовах.

Порівнюючи міру спрацьовування терпугів після такої роботи, визначають, оскільки терпуг, що йому роблять спробу, відповідає своїому призначенню.

Осібний вигляд стругального струменту становлять *шабери* або *шкрябачі*, що їх вживають для точного припасування двох поверхень.

Шабери бувають прямокутні та тригранчасті (фіг. 261), їх часто роблять із старих терпугів, спрацьованих уже.

Фіг. 261

Кут різання у шаберів коливається між 60 та 120°.

Що точніша робота та тонший шар металу, що його знімають, то кут береться тупіший.

Робота, що її виконують шабером, зветься пришабрюванням і є в тому, що поверхню, яку обробляють, у тих місцях, де вона має опуклості, обережно зістругують та потім зрівнюють з поверхнею, яку припасовують; для цього останню поверхню змазують тонким шаром фарби, що залишає сліди на опуклих місцях поверхні (див. § 52 — перевіряльні плити).

РОЗДІЛ ТРИНАДЦЯТИЙ

§ 65. За всякого роду обробок треба річ, що її обробляють, та струмент держати закріпленими на певному місці та в належному стані.

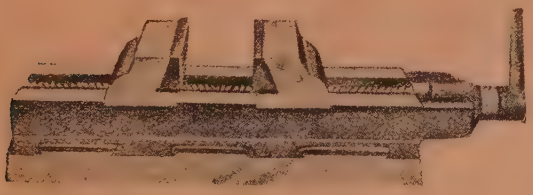
Фіг. 262

Фіг. 263

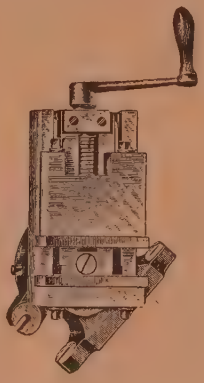
Фіг. 264

Фіг. 265

Для здійснення цього завдання є численні *пристосування до закріплення*, що частину їх ми вже вище показали, як, наприклад, держаки до різаків, баківниці до платівок та коливоротки до мутрорізів.



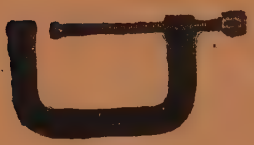
Фіг. 266



Фіг. 267

Не маючи на меті вичерпати всі вигляди пристосовань до закріплення, наведімо тут деякі з них — або найуживаніші, або найхарактеристичніші.

Найчастіш доводиться натрапляти в практиці на *лещата*, що, залежно від того, на чому їх укріплюється, звуться: 1) ручні, 2) столові та 3) варстаткові.



Фіг. 268

Фіг. 269

Фіг. 270

Ручні лещата невеликого розміру тримають у руці; ці лещата поділяються на звичайні (фіг. 262) та паралельні (фіг. 263).

Фіг. 271

Столові лещата укріплюються на столі, варстаті або дерев'яній колодці; вони бувають великі, вагою до 80 кг і більше.

Поділяються вони на паралельні (фіг. 264) та ковальські (фіг. 265).

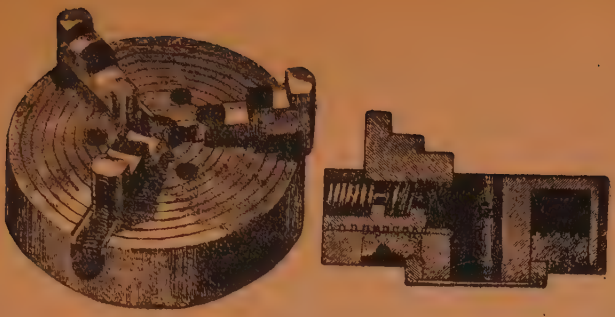
Фіг. 272

Варстаткові лещата (фіг. 266 та 267) укріплюються на варстатах та бувають найрізноманітніші залежно від роду та речи обробки.

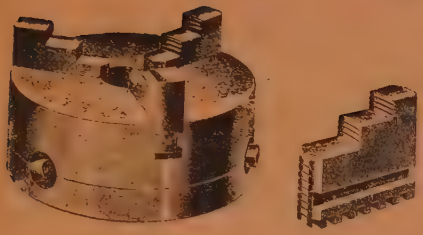
Деякою різнородністю лещат є *ущульники* (фіг. 268), *токарські хомути* (фіг. 269) й лещата для труб (фіг. 270).

Фіг. 273

До пристосовань, що найбільше трапляються, слід згадати також і *патрони до свердел*, що з них найвідоміші патрони: „Акме“, „Альмонт“, „Кешман“, „Гренквіст“, „Весткот“, „Морзе“.



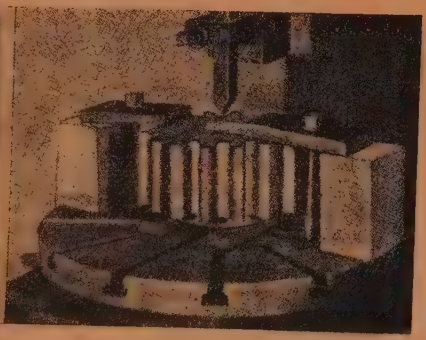
Фіг. 274



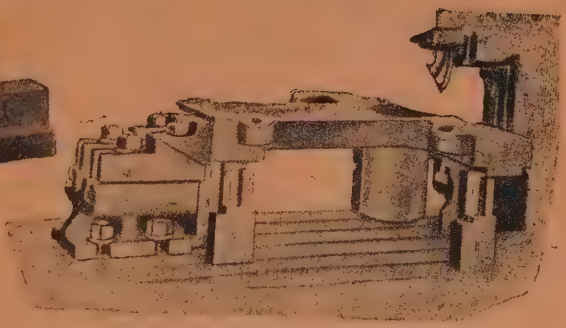
Фіг. 275

Фіг. 276

Фіг. 277



Фіг. 278



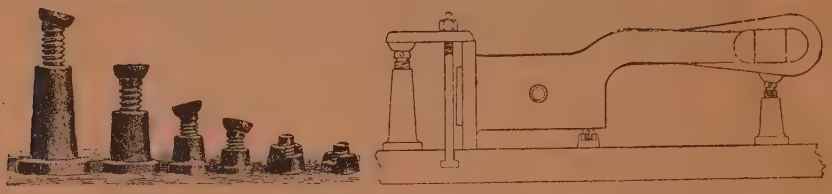
Фіг. 279

Фіг. 280

На фіг. 271 показано будову патрона системи „Гренквіст“ а на фіг. 272 — будову патрона системи „Морзе“.

Для укріплення на шпінделі токарки вживаються *токарських планшайб* та *патронів*.

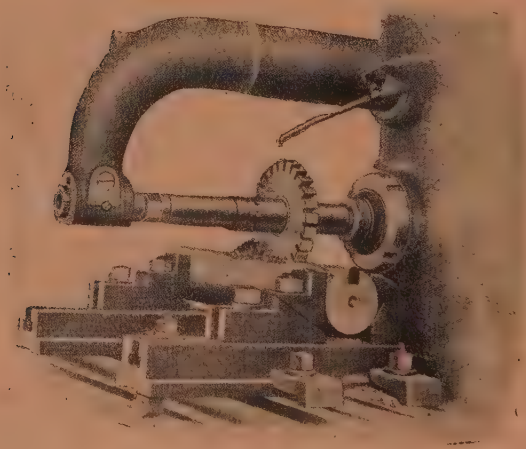
На фіг. 273 показано універсальні планшайби, що мають розсувні мèталі, яких у звичайної планшайби немає.



Фіг. 281

Токарські патрони бувають багатьох систем, що з них найвідоміші патрони „Вестkот“ (фіг. 274) та патрони „Кешман“ (фіг. 275).

Залежно від числа металів, токарські патрони поділяються на 3 або 4-мèтальні.



Фіг. 282

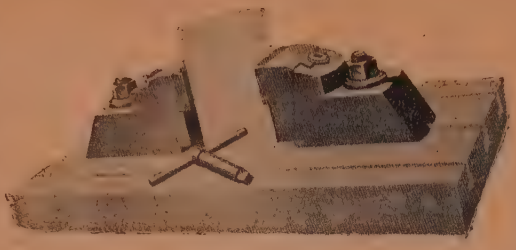
Зовсім окремі *електромагнетові плити* (фіг. 276), що їх вживається для затримування на шліхувальних варстатах речей, що їх обробляють силою магнетового притягання.

§ 66. Дальшою групою пристосовань до закріплення є колодки, штаби та притискачі, що їх уживають до закріплення речей на відповідній частині варстату.

На жаль, на більшості заводів ці пристосування заміняються на речі, які перші попадаються під руку робітникові, — кусок заліза, мутру, старе трибове колесо то-що, що потім, як скінчиться робота, відкидаються в бік та нерідко їх вимітають прибиральники разом з рештою мотлоху, остружками та тирсою.

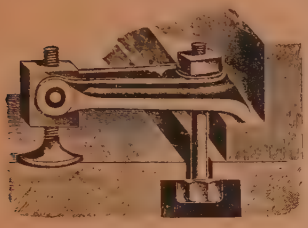
На фіг. 277 показано таке примітивне укріплення речи, яку обробляють на столі довбального варстату.

Не треба багато говорити про неприпустимість такого порядку, за якого робітник витрачає багато часу на підшукування речей, що можуть йому замінити відповідні пристосування до закріплення, яке він мав би одержати з комори разом із струментом та матеріялом.



Фіг. 283

Як контраст до фіг. 278, показано закріплення тієї самої речи на тому самому варстаті, але зроблене за допомогою нормалізованих пристосовань до закріплення, в даному випадку — з двох колодок, двох штаб та двох прогоничів належної довжини.



Фіг. 284

Найуживаніші з цієї групи пристосування до закріплення є *колодки* (фіг. 279 та 280), зроблені з заліза, різних розмірів та перекроїв, що їхня належна комбінація дає надійну підпору речі, що її обробляють, як це видно на фіг. 280.

Замість таких колодок можна вживати спеціяльної *здійми*, показаної на фіг. 281, що завдяки регулюванню своєї вишини уживаються значно менше за колодки і, крім того, маючи рухливу голівку, можуть уживатися до площин усякого нахилу, чого не можна зробити з простими колодками.

Фіг. 285

Разом з колодками та здіймами вживається також і *штаб*, зроблених із заліза, що мають отвори для пропускання притискальної шруби (фіг. 278 та 281).

Дуже зручні *притискачі*, показані на фіг. 282, 283, 284 та 285; їхня чинність та будова не потребують особливих пояснень.

ЗМІСТ

Стор.

Передмова до першого видання 3
Передмова до другого видання . . . . . .

РОЗДІЛ ПЕРШИЙ

Матеріял, що його вживають для виготовлення струменту. Залізні руди та їхній склад. Основні початки хемії 7
Переробка руди на чавун. Доменні печі. Доменний процес 9
Перетворення чавуну на залізо. Способи Бесемера та Мартена . . . 10
Сталь та залізо й ріжниця між ними. Значіння вуглецю для якости стали 12
Сорти стали. Бритвалева сталь та електросталь. Електричні печі для добування стали. Домішки в сталі та їхнє значіння 13
Струментова сталь. 19
Визначення сортів стали по іскрах. Таблиця вживання сортів струментової стали 20
Стелітові стопи 21

РОЗДІЛ ДРУГИЙ

Заготівля стали. Обрубування та відрізування 26
Відпалювання. Загальні правила нагрівання стали. Правила відпалювання. Причини з'явлення розколин у сталі 26
Типи печей 28
Нагрівання в рідких ваннах. Комбінована піч 31
Електричні печі 33

РОЗДІЛ ТРЕТІЙ

Гартування та його теорія. Цемент, перліт, мартенсит. Критична температура. Явища, що їх спричинює гартування 36
Послабшання гартування відгартовуванням. Температура та кольори набіглости підчас відгарговування. Температура гартування та залежність її від складу стали. 37
Охолодження після гартування. Залежність міри гартування від температури охолоджувальної рідини. Пірометри Лешательє, Морзе та Фері 42
Гартування швидкорізальної стали. Спогрівний процес. Наварка різаків. Кольори розпікання підчас теплової обробки стали . . . 48

РОЗДІЛ ЧЕТВЕРТИЙ

Стор.

Цементація. Процес цементації. Глибина шару, що його цементують, та його вплив на структуру стали 54
Залежність між глибиною шару, що його цементують, довгістю та температурою нагрівання. Речовини, що цементують 56

РОЗДІЛ П'ЯТИЙ

Ковальський процес. Ковальські горна. Горючі матеріяли 59
Ковальське справилля 60
Основні способи ковальської роботи 68
Температура кування стали з різною кількістю вуглецю та швидкорізальної стали 70

РОЗДІЛ ШОСТИЙ

Розмежовування розумінь про струмент, пристосування та прилади. Класифікація струменту 71
Різальний струмент. Різаки. Кути влаштування, різання та загострення. Відокремлення різаком стружки. Осідання стружки. Кути поперечного нахилу та кут завалу 73
Обдиральний різак. Характер роботи різака з прямолінійною та закругленою різальною крайкою. Різаки стругальні, довбальні, чистові, пружинові, внутрішні, різьбарські, підрізні, відрізні та сторцеві 76
Швидкість різання. Таблиця швидкости різання звичайним та швидкорізальним різаком. Залежність між швидкістю різання, подачею та глибиною різання. Влаштування різака відносно виробу . 84
Визначення швидкости різання за діяметром та числом обертів. Приклади. Визначення часу обробки за швидкістю та подачею. Приклади. Зведена таблиця формул обробки. Графічні таблиці швидкостей різання та часу обробки 88
Вправність варстату. Опір різанню 92
Робота на стругальних та довбальних варстатах. Визначення часу обробки. Швидкості та подачі 100
Держаки до різаків. Гостріння різаків. Варстати *Селерса* та *Гішольта*. Гострильні камені 104

РОЗДІЛ СЬОМИЙ

Свердлильний струмент. Типи свердел. Пласкі свердла. Ухил різальних крайок та кут різання. Центрові свердла 107
Віблові свердла. Кут загострення та нахил спіралі. Ріжниця роботи спірального свердла від роботи плаского свердла 109
Правильне гостріння свердла. Випадки роботи з неправильно загостреним свердлом. Гостріння спіральних свердел. Гострильний варстат для спіральних свердел. Виготовлення спіральних свердел. Фрези для нарізання спіралей 110
Швидкість та час свердління. Формули та таблиці. Приклад . . . 112
Розмічальна робота під свердління та її вади. Обопільнозміняємість частин. Кондуктори та їхнє значіння. Два приклади кондукторів. 116

Стор.

Розсвердлювач, конічна розвертка та раззенковка. Номенклатура свердлильного струменту 119

РОЗДІЛ ВОСЬМИЙ

Струмент, що розвертує. Розвертка, її будова. Призначення розвертки. Різниця між розверткою та розсвердлювачем. Характер роботи розвертки 122

Класифікація розверток. Різальні крайки розверток, їхнє число, кут загострення та кут улаштування. Розподіл різальних крайок, форма рівчачків 123

Спіральні розвертки. Розвертки Берга та Ступса. Обрисові розвертки. Розвертки зубоскладові, ті, що поширюються, та порожняві. Розвертки ручні та машинові 125

Верхи розверток. Таблиця конусів Морза. Гостріння розверток. Верстат для гостріння розверток. Переховування розверток . . . 127

РОЗДІЛ ДЕВ'ЯТИЙ

Фрезувальний струмент. Типи фрез. Класифікація фрез. Віблова фреза. Зубоскладова фреза. Прорізна фреза. Пилки. Кружалова фреза 129

Конічна фреза. Кутова фреза. Сторцева фреза. Обрисові фрези. Модульні фрези для віблових трибів. Фрези для конічних трибів 132

Шнекова фреза. Збірна фреза. Накатки. Форми зубця фрези. Кут різання та влаштування. Гостріння фрез. Затилочні фрези. Число зубців фрези 135

Фрезування. Напрямок подачі. Швидкість різання та подачі. Таблиця швидкостей та подач. Формули для визначення часу обробки 139

РОЗДІЛ ДЕСЯТИЙ

Різьбарський струмент. Системи нарізок, таблиці нарізок *Вітворта, Левенгерца та інтернаціональної* 143

Класифікація різьбарського струменту. Мутрорізи. Профіль та число рівчачків. Кут різання. Віблові мутрорізи. Запобіжний прилад. Конічні мутрорізи. Мутрові мутрорізи. Платівкові мутрорізи . .

Машинові мутрорізи. Мутрорізи, що розширюються. Розсувні мутрорізи. 147

Мутрорізи з прямокутною нарізкою. Виймання уламків мутрорізу 154

Платівки. Число та форма прорізів. Кут різання. Нарізка платівок. Пружинуваті платівки. Платівки із вставними гребінками. Розсувані платівки. Квадратові платівки. Шрубувальні дошки. Коливоротки. Баківниці 157

РОЗДІЛ ОДИНАДЦЯТИЙ

Вимірювальні прилади, їхня класифікація. Сталевий маштаб. Штангенциркуль. Глибиномір. Мікрометр 162

Циркулі (лінійні, крумциркулі та внутроміри). Кутомірні прилади. Кутівка. Шмига. Транспортир. Універсальний кутомір 166

Стор.

Допусти. Прості калібри. Диференціяльні калібри. Стрижневий калібр. Каліброва клямра. Приклад роботи диференціяльними калібрами 169
Межі допустів залежно від рода виробу, що його готують. Вигляди припасовань. Таблиці допустів підчас припасування стрижня до дірки та дірки до стрижня 174
Калібри робочі та контрольні. Вимірювальні машини. Плитки *Йогансона*. Різьбарські калібри та шаблони. Щупи. Сталеві лінійки . 176
Перевірочні плити 181

РОЗДІЛ ДВАНАДЦЯТИЙ

Слюсарський струмент. Зубило та крайцмайсель 182
Терпуги; їхня класифікація. Насічка 182
Насікання терпугів. Зубила для насікання. Насікальна машина. Виготовлення терпугів. Пересікання 184
Розміри та вага терпугів. Спроба терпугів. Шабери 188

РОЗДІЛ ТРИНАДЦЯТИЙ

Пристосування до закріплення. Лещата, ущульники, токарські хомути 193
Свердлильні патрони, планшайби та токарські патрони 194
Електромагнетові плити. Колодки, здійми, штаби та притискачі . . 196

ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНИ

Правління: Харків, вул. К. Лібхнехта, 31

ПО ВСІХ ФІЛІЯХ ТА КНИГАРНЯХ ДЕРЖВИДАВУ Є ТАКІ ПІДРУЧНИКИ ДЛЯ ІНДУСТРІЯЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ВУЗІВ

МАШИНОЗНАВСТВО, ПАРОВІ МАШИНИ ТА ТУРБІНИ, ПАРОТЯГИ, ІНСТРУМЕНТАРСТВО

Добровольський, В., проф.— Деталі машин, їхня теорія, конструкція та розрахунок. Підручник для інститутів та технікумів механічного фаху. 516 стор., ц. 6 крб. 30 коп.

ДНМК НКО УСРР по секції професійної освіти дозволив до вжитку як підручник в індустріяльно-технічних інститутах та технікумах.

Карпенко, В., проф.— Курс теплових двигунів. Ч. І. Машини з внутрішнім горінням. З малюнками й схемами в тексті й на окремих таблицях. 246 стор., ц. 2 крб. 60 коп.

Карпенко, В., проф.— Курс теплових двигунів. Ч. ІІ. Парові машини. З малюнками й схемами в тексті й на окремих таблицях. 132 стор., ц. 1 крб. 65 коп.

Карпенко, В., проф.— Курс теплових двигунів. Ч. ІІІ. Парові турбіни, конденсація, регуляція та силовні. З малюнками, схемами, таблицями. 186 стор., ц. 1 крб. 85 коп.

Всі три частини ДНМК НКО УСРР по секції профосвіти дозволив до вжитку як підручну книгу в індустр.-техн. вузах.

Російською мовою

Мухачев, П., проф.— Паровозы. Выпуск первый. 416 стр., ц. 3 руб. 60 коп.

Мухачев, П., проф.— Паровозы. Выпуск второй, ц. 3 руб. 40 коп.

Мухачев, П., проф.— Паровозы. Атлас. Более 1000 фиг. Приложение к учебнику „Паровозы". Ц. 4 руб. 25 коп.

ГНМК НКП УСРР по секции профобразования допущено в качестве учебника для вузов.

Столяров, Я., проф.— Теория механизмов. Издание второе переделанное. 418 стр., ц. 3 руб 60 коп.

ГНМК НКП УСРР по секции профобразования допущено в качестве учебника для индустриально-технических высших школ.

БУДІВЕЛЬНА СПРАВА

Серебровський, В.— Будівельна механіка. (Статика конструкцій). Статично означені конструкції. 278 стор., ц. 4 крб. 75 коп.

ДНМК НКО УСРР по секції професійної освіти дозволив до вжитку як підручник в індустріяльних вузах.

Серебровський, В.— Будівельна механіка. Альбом малюнків. (Статично означені конструкції). 80 стор, (Додаток до підручника).

Серебровський, В., проф.— Підпірні стінки. З 75 фігурами-малюнками. 113 стор., ц. 1 крб. 75 коп.

ДНМК НКО УСРР по секції професійної освіти дозволив до вжитку як підручник для індустріяльно-технічних вищих шкіл.

Суботін, М., інж.— Організація будівельних робот. 200 ст. ц. 2 крб. 50 коп.

ДНМК НКО УСРР по секції професійної освіти дозволив до вжитку як підручник в будівельних технікумах та будівельних школах.

ЦЕНТРАЛЬНИЙ КНИГОТОРГОВЕЛЬНИЙ ВІДДІЛ

Харків, 2-й Радянський пров, № 2

Філії а книгарні по всіх округових і значніших містах УСРР

Stanford University Libraries
3 6105 023 408 003